



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
University Abdel Hamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologies  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre: M2..../GPE/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Génie des procédés**

**Option: Génie des procédés de l'environnement**

**Thème**

**Etude Technologique et Dimensionnement d'une Station  
d'Épuration des Eaux Usées  
d'une Industrie de l'Électricité et du Gaz.**

**Présenté par :**

1. Mme Kara Mostefa Fadela Nesrine
2. Mlle Djaoutsi Houria

**Soutenu le :** 13/06/ 2022 devant le jury composé de :

Président :	Mme Khelladi.M	MAA	Université de Mostaganem
Examineur :	Mme Driouch.A	MCA	Université de Mostaganem
Encadrant:	Mr Mekhatria.D	MCB	Université de Mostaganem

# *Remerciements*

Merci à **ALLAH** le tout puissant pour nous avoir toujours guidé dans nos choix afin de savoir classer nos priorités et qui nous a armés de courage pour achever nos études.

Nous adressons nos remerciements aux membres du jury pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail en l'occurrence **Mme KHELLADIM**, présidente du jury et **Mme DRIOUCH.A** examinatrice.

Nos remerciements les plus sincères vont à tous nos enseignants de la faculté FST qui ont contribué au niveau que nous avons aujourd'hui ainsi que le personnel de la faculté et toute la promotion M2 Génie des procédés 2021-2022

On vous remercie tous pour cette année et un grand merci à tous ce qui nous ont aidés de près ou de loin.

Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant **Mr MEKHATRIA.D**, nous le remercions pour ses conseils, sa patience et ses orientations scientifiques qui ont été un apport pour nous durant la réalisation de ce projet

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à nos familles et nos belles familles respectives, et de manière particulière, à nos chers parents pour les soutiens moraux, l'aide et les prières.

Nous tenons à remercier aussi tous ceux qui nous ont honorés en assistant à notre soutenance.

Pour tous ceux qui n'ont pas été cités ...**Merci !**

## ملخص :

يواجه العالم الصناعي بشكل متزايد مشكلة التحكم في التصريفات ، لا سيما في شكل سائل ، مما يؤدي إلى تسمم حاد للكائنات الحية في البيئة ، والتي يجب أن تخضع لمعالجات تنكيف مع أحمال الملوثات الموجودة. عملية التنقية هي مجموعة عمليات الوحدة المختلفة التي تتم وفقاً لتسلسل زمني محدد جيداً. ستعتمد العمليات المختلفة على نوع الملوث المراد إزالته.

تشكل المراقبة المستمرة للتحليلات الفيزيائية والكيميائية (DCO ، DBO<sub>5</sub> ، الأس الهيدروجيني ، وما إلى ذلك) للتصريف أفضل وسيلة لتنفيذ أبعاد محطة المعالجة التي سيتم تركيبها في الصناعة الكهربائية في دورة مشتركة مع الطاقة 1500 ميغاوات

تتناول دراستنا الحساب التكنولوجي وتحديد حجم محطة معالجة الحمأة المنشطة لمياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها بواسطة صناعة

## Résumé :

Le monde industriel est de plus en plus confronté au problème du contrôle des rejets, en particulier sous forme liquide entraînant ainsi des intoxications aiguës vis-à-vis des organismes vivants dans l'environnement, qui doivent subir des traitements adaptés aux charges polluantes existantes. Un procédé d'épuration est l'ensemble de diverses opérations unitaires qui se déroulent selon une chronologie bien déterminé. Les différents procédés dépendront du type de polluant à éliminer.

Le contrôle continu des analyses physico-chimiques (DCO, DBO<sub>5</sub>, pH...etc) du rejet constitue les meilleurs moyens pour effectuer un dimensionnement de la station d'épuration qui va être implanté dans l'industrie électrique en cycle combiné d'une puissance de 1500 MW.

Notre étude traite un calcul technologique et un dimensionnement de la station de traitement à boues activées des eaux usées rejetées par l'industrie.

**Mots-clés :** DCO, DBO<sub>5</sub>, pH, MES, Biodégradabilité , Analyses physico-chimique , Station d'épuration des eaux usées, Dimensionnement,

## Summary:

The industrial world is increasingly confronted with the problem of controlling discharges, in particular in liquid form, this leading to acute poisoning of living organisms in the environment, which must undergo treatments adapted to the existing pollutant loads. A purification process is the set of various unit operations that take place according to a well-defined chronology. The different processes will depend on the type of pollutant to be removed.

The continuous monitoring of the physico-chemical analyzes (DCO, DBO<sub>5</sub>, pH, etc.) of the discharge constitutes the best means for carrying out a dimensioning of the treatment plant which will be installed in the electrical industry in a combined cycle with a power of 1500 MW.

Our study deals with a technological calculation and a sizing of the activated sludge treatment plant for wastewater discharged by industry.

# Sommaire

## Remerciements

## Résumé

Introduction général.....	01
---------------------------	----

## Chapitre I : Les eaux usées

I-1 Introduction.....	02
I-2 Définition des eaux usées.....	02
I-3 Origine des eaux usées.....	03
I-3-1 Les eaux usées domestiques.....	03
I-3-2 Les eaux usées industrielles.....	03
I-3-3 Les eaux agricoles.....	04
I-3-4 Les eaux pluviales.....	04
I-4 Principaux polluants.....	04
I-4-1 Pollution organique.....	04
I-4-2 Pollution minérale.....	05
I-4-3 Pollution microbiologique.....	05
I-5 Les paramètres de pollution des eaux usées.....	06
I-5-1 Paramètres physico-chimiques.....	06
I-5-2 La biodégradabilité.....	07
I-5-3 Paramètres biologiques.....	07
I-5-4 Éléments nutritifs.....	07
I-6 Impacts des eaux usées.....	08
I-6-1 Effet sur l'environnement.....	08
I-6-2 Effet sur la santé de l'homme.....	09
I-7 Conclusion.....	09

## **Chapitre II : Le traitement des eaux usées**

<b>II-1</b> Les procédés de traitements des eaux usées.....	<b>10</b>
<b>II-2</b> Les étapes de traitements.....	<b>10</b>
<b>II-3</b> Le prétraitement.....	<b>11</b>
<b>II-3-1</b> Le dégrillage.....	<b>11</b>
<b>II-3-2</b> Le dessablage.....	<b>12</b>
<b>II-3-3</b> Le dégraissage déshuilage.....	<b>13</b>
<b>II-4</b> Traitements primaires.....	<b>13</b>
<b>II-4-1</b> Décantation primaire.....	<b>14</b>
<b>II-4-2</b> Coagulation – floculation.....	<b>14</b>
<b>II-5</b> Traitements secondaires, traitements biologiques.....	<b>15</b>
<b>II-5-1</b> Les procédés extensifs .....	<b>16</b>
<b>II-5-2</b> Les procédés intensifs.....	<b>18</b>
<b>II-6</b> Traitement tertiaire.....	<b>19</b>
<b>II-6-1</b> La déphosphatation.....	<b>19</b>
<b>II-6 -2</b> La désinfection.....	<b>19</b>
Conclusion.....	<b>20</b>

## **Chapitre III : Dimensionnement**

<b>III-1</b> Introduction.....	<b>21</b>
<b>III-2</b> Objectifs.....	<b>22</b>
<b>III-3</b> Les avantages d'une installation de recyclage d'eau.....	<b>23</b>
<b>III-4</b> Dimensionnement.....	<b>23</b>
<b>III-4-1</b> Le Débit moyen horaire.....	<b>24</b>
<b>III-5</b> Prétraitements.....	<b>26</b>
<b>III-5-1</b> Dégrillage.....	<b>26</b>
<b>III-5-2</b> Calcul des pertes de charge.....	<b>27</b>
<b>III-6</b> Traitement primaire-chimique .....	<b>28</b>

<b>III-6-1</b> Volume du décanteur.....	<b>28</b>
<b>III-6-2</b> Bilan de matière.....	<b>29</b>
<b>III -7</b> Traitement secondaire-biologique.....	<b>31</b>
<b>III- 8</b> Système d'aération.....	<b>35</b>
<b>III-8-1</b> Décanteur secondaire-Clarificateur.....	<b>35</b>
<b>III-9</b> Traitement des boues.....	<b>38</b>
<b>III-9-1</b> Production des boues.....	<b>38</b>
<b>Conclusion Générale</b> .....	<b>43</b>
<b>Références et Bibliographiques</b> .....	<b>44</b>

### LISTE DES FIGEIRS :

<b>Figure II.1:</b> étapes de traitement des eaux usées.....	<b>11</b>
<b>Figure II.2 :</b> dégrilleur fin mécanique. (STEP lagunage Ami moussa Relizane.....	<b>12</b>
<b>Figure II. 3 :</b> Dessableur-déshuileur. (STEP boues activées, Salamandre, Mostaganem).....	<b>13</b>
<b>Figure III -1:</b> Rendement d'épuration.....	<b>38</b>
<b>Figure III-2 :</b> la conception du modèle de la station d'épuration des eaux usées a cycle fermé.....	<b>42</b>

### LISTE DES FIGEIRS :

<b>Tableau 1 :</b> Les charges polluantes d'après le décret Algérien n°06-141 (industrie de l'énergie).....	<b>22</b>
<b>Tableau III-2 :</b> Paramètres entrée/sortie de la STEP.....	<b>24</b>
<b>Tableau III- 3 :</b> caractéristique de la grille.....	<b>26</b>
<b>Tableau III.4 :</b> Les valeurs de $\beta$ suivant la forme des barreaux.....	<b>28</b>
<b>Tableau III.5 :</b> Rendement de la décantation en présence de coagulation.....	<b>29</b>
<b>Tableau III.6.</b> Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée.....	<b>31</b>
<b>Tableau III. 7 :</b> Rendement du traitement secondaire.....	<b>36</b>
<b>Tableau III.8 :</b> Rendement d'épuration.....	<b>37</b>

## **LISTE DES ABREVIATION :**

**MES** : Matière En Suspension.

**OMS** : Organisation Mondial de la Santé.

**MO** : Matières Organiques.

**COT** : carbone organique total.

**pH** : potentiel d'Hydrogène.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biologique en Oxygène pendant cinq jours.

**hab** : Habitant.

**DCO** : Demande chimique en Oxygène.

**T** : Température.

**CE** : Conductivité électrique.

**MMS** : Matières minérales en suspension.

**MVS** : Matières volatiles sèches.

**MM** : Matières minérales.

**NTK** : L'azote total kjeldahl.

**STEP** : Station d'Epuration

**P** : Phosphore

**Sec** : Second

**Q<sub>j</sub>**: Débit journalier

**T<sub>s</sub>**: Temps de séjour

**Q<sub>pte</sub>** : Débit de point

**D** : Dotation hydrique

**N** : Nombre d'habitant

**Cr** : Coefficient de rejet

**L<sub>0</sub>**: Charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub>

**$N_0$** : Charge moyenne journalière en MES.

**$D_0$**  : Charge moyenne journalière en DCO

**$\sigma$**  : Coefficient de colmatage de la grille.

**$d$**  : Epaisseur de bareaux

**$e$**  : Espace libre entre bareaux

**$L$**  : La longueur

**$V_e$**  : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

**$V_s$** : Vitesse de sédimentation.

**$H$**  : Profondeur de bassin

**$S_h$** : La surface horizontale

**$V$**  : Volume.

**$Q_{O_2/j}$**  : Besoin en oxygène

**$Q_{O_2}$**  : Quantité d'oxygène

**$N_n$**  : Flux de l'azote nitrifié.

**$N_{DN}$**  : Flux d'azote à dénitrifier.

**$X_a$**  : Quantité de MVS présente par jour dans le bassin *kg*

# *Introduction* général

# Introduction Générale

---

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, pour sa santé et son développement. Mais, à cause de sa forte consommation la pollution engendrée principalement par les rejets anarchiques non traités, ceux qui contribuent considérablement à la contamination de la nappe phréatique, on doit systématiquement penser à l'épuration des eaux usées. C'est pour cela qu'il y a le phénomène de « **l'auto-épuration** » avec l'apparition de la civilisation, le pouvoir autonettoyant de l'eau n'arrive plus à satisfaire l'épuration de cette dernière obligeant, ainsi, l'homme à mettre en place des systèmes d'assainissements... [1].

L'eau, qu'elle soit destinée à la consommation humaine, à l'irrigation ou simplement rejetée dans la nature vers les rivières, les océans ou le sol, elle reste toujours l'élément indispensable à tous processus socio-économiques de toute société, quel que soit son degré de développement. Sa qualité demeure le souci majeur des pouvoirs publics, des instances et organismes tant nationaux qu'internationaux qui exige un traitement physique, chimique et ou biologique.

Le traitement des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge en polluants et consiste en plusieurs opérations réalisées dans des stations d'épurations. Durant ces opérations la pollution est concentrée sous forme de boues pour être éliminées de l'eau qui devient, ainsi, épurée répondant à des normes spécifiques [2].

Les eaux usées, d'origine industrielle, ont une composition spécifique directement liée au type d'industrie utilisée. Elles peuvent contenir des substances organiques ou minérales corrosives. Ces substances sont souvent odorantes, et colorées, et parfois toxiques et peuvent rompre l'équilibre écologique des milieux récepteurs le déversement des eaux huileuses et des eaux contenant des polluants chimiques insuffisamment traitées, nécessite un traitement en relation avec les exigences et normes de rejet vers la mer.

Le but de ce mémoire est de dimensionner une station d'épuration des eaux usées à petite échelle pour une Centrale Electrique en cycle combiné en cours de réalisation. Pour une économie d'énergie et une autonomie en eau de l'industrie, on propose une station d'épuration à cycle fermé au niveau du site.

Il est composé de trois chapitres distincts et complémentaires :

Le premier chapitre est essentiellement théorique. Il présente des notions générales sur les eaux usées. Le second chapitre est consacré aux différentes techniques de traitement des eaux usées et le dernier chapitre est réservé à la partie pratique qui consiste à dimensionner une station d'épuration des eaux usées dans un site industriel qui s'approvisionne en eau de refroidissement.

# Chapitre I

## Les eaux usées

**I-1 Introduction :**

Les eaux usées quelles que soient leurs origines, sont chargées en éléments indésirables, qui selon leurs quantités et leurs compositions, représentent un danger réel pour les milieux récepteurs et leurs utilisateurs. L'élimination de ces éléments toxiques exige l'installation d'une chaîne de traitement. Toutefois, avant de concevoir tout procédé d'épuration, il est impératif de caractériser l'effluent à traiter, qualitativement et quantitativement.

Les eaux résiduaires et industrielles, séparées ou mélangées contiennent de nombreuses substances avec des titres différents qui peuvent constituer des dangers de diverses natures pour les utilisateurs et les milieux récepteurs. L'élimination de tous ou une partie de ces éléments constitutifs des eaux résiduaires est imposée par l'élimination des risques de nuisance associés à l'évacuation de ces éléments vers le milieu récepteur.

L'indisponibilité, la difficulté de renouvellement des ressources à cause du changement climatique, l'inégalité de répartition et surtout la contamination des eaux par les différents types de pollution, imposent aux pays du monde de développer des techniques qui visent l'amélioration de la qualité de l'eau potable et réutiliser la quantité journalière énorme des eaux usées rejetée dans l'environnement.

**I-2 Définition des eaux usées :**

«La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit». (Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989).

Les eaux usées représentent les rejets des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance.

### **I-3 Origine des eaux usées :**

La pollution de l'eau connaît différentes origines. Suivant la qualité des polluants présents, on distingue 04 catégories: [3] [4] [5]

1. eaux usées domestiques.
2. eaux usées industrielles.
3. eaux usées agricoles.
4. eaux de ruissellement.

#### **I-3-1 Les eaux usées domestiques :**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires.

#### **I-3-2 Les eaux usées industrielles**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- ❖ Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage).
- ❖ Des hydrocarbures (raffineries).
- ❖ Des métaux (traitements de surface, métallurgie).
- ❖ Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques diverses, tanneries).
- ❖ De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- ❖ Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles Leurs composition soient en accord avec les normes de rejets imposées ce qui les rend inoffensives pour les réseaux de collectes et ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations.

### **I-3-3 Les eaux agricoles :**

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles, issues de terres cultivées, sont chargées d'engrais (nitrate, phosphate). Ces engrais sont soit sous forme ionique soit en quantité telle qu'ils ne sont pas retenus par le sol ni assimilés par les plantes, car quantité excessive. Ils sont acheminés par ruissellement vers les cours d'eau, les retenues d'eau et vers les nappes les plus superficielles pour les enrichir en matières azotées et ou phosphatées.

### **I-3-4 Les eaux pluviales :**

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules dans l'atmosphère. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique d'épurations.

## **I-4 Principaux polluants**

La composition des eaux usées est en fonction de nombreux paramètres :

- ❖ Des propriétés physico-chimiques de l'eau potable distribuée.
- ❖ Du mode de vie des usagers.
- ❖ De l'importance et du type des rejets industriels.

D'une manière générale la pollution des eaux se manifeste sous les formes principales suivantes :

### **I-4-1 Pollution organique**

La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines :

#### **a) origine urbaine:**

- **Les protides (les protéines) :** ils représentent tous les organismes vivants de nature protéique telle que les animaux, les plantes, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés.

- **Les lipides (corps gras) :** Ils se trouvent dans les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales et sont représentés par Leur décomposition en milieu aérobie se traduisant par une libération de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O et en anaérobiose, de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>.

- **Les glucides :** il s'agit des sucres alimentaires (saccharose), et de glucose.

#### **b) Origine industrielle :**

Ce sont parfois des produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, les composés azotés, les pesticides, les hydrocarbures, on encore les détergents [6].

#### **I-4-2 Pollution minérale**

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, les sels de plomb, les sels de mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore. Ces substances peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu, perturber l'activité bactérienne en station d'épuration, affecter sérieusement les cultures (physiologique et rendement) [7].

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à l'aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Duguet et al, 2006).

#### **I-4-3 Pollution microbiologique**

Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants, dont des germes pathogènes souvent fécaux. On les trouve dans les effluents hospitaliers, de lavage de linges et de matériels souillés, ou encore dans le déversement de nombreuses industries agro-alimentaires (abattoirs, élevage agricoles,.....) [8].

#### **Métaux lourds**

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel accidentel ou volontaire.

## I-5 Les paramètres de pollution des eaux usées :

Ils se répartissent en paramètres physico-chimiques, biologiques et nutriments.

### I-5-1 Paramètres physico-chimiques :

Ces paramètres concernent les variables physiques et chimiques des eaux usées. Parmi elles on cite :

- ❖ **Le potentiel d'hydrogène (pH)** qui représente le degré d'acidité ou de l'alcalinité du milieu.
- ❖ **La température (T)** qui a un impact sur la solubilité des sels et des gaz.
- ❖ **Conductivité électrique (CE)** qui mesure et évalue la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution [9].
- ❖ **Les matières en suspension (MES)** : elles correspondent à la pollution insoluble particulaire, ou la totalité des particules charriées par les eaux brutes [10]. Elles sont constituées par les matières minérales et les matières volatiles en suspension. La détermination des MES se fait par filtration ou centrifugation [11].

Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

- ❖ **les matières minérales (MM)**: représentent les résidus secs lors de l'évaporation totale de l'eau. Elles sont constituées par les matières minérales en suspension et les matières solubles (phosphate, chlorures, etc.).
- ❖ **les matières volatiles sèches (MVS)** : représentent la fraction organique des MES, et sont obtenues par calcination des MES à 525°C pendant deux heures. La différence de poids entre MES à 105°C et MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS d'une eau.
- ❖ **Demande chimique en oxygène (DCO)** : elle représente la consommation en oxygène lors d'une réaction d'oxydation des matières oxydables par un oxydant puissant en présence de catalyseur [9].
- ❖ **Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)** : c'est la consommation d'oxygène en cinq jours par des micro-organismes existant dans les eaux.
- ❖ **Les matières oxydables** : c'est un paramètre utilisé pour caractériser la pollution organique de l'eau. Il est donné par la formule suivante :

$$MO = (DCO + 2 * DBO_5)/3$$

- ❖ **La turbidité** : ce paramètre indique la présence de matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension. Elle varie suivant les MES présentes dans l'eau.

### **I-5-2 La biodégradabilité**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que,  $K = DCO / DBO_5$  :

- Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière fortement biodégradable.
- Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique.

### **I-5-3 Paramètres biologiques**

Les eaux usées contiennent des micro-organismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries, virus, etc.) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et des Streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif d'épurer pour préserver le milieu naturel [12].

### **I-5-4 Éléments nutritifs**

La détermination des teneurs de l'azote et du phosphore total dans les eaux usées épurées, montre le risque que présentent ces deux éléments vis-à-vis du phénomène d'eutrophisation et de la pollution des nappes. Toutefois, ils sont considérés comme des fertilisants en cas de réutilisation en irrigation [13].

Ces deux éléments se présentent sous diverses formes :

- ❖ **Azote** : il est présent dans les eaux usées sous forme d'azote organique, d'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).

On distingue:

L'Azote total : qui regroupe toutes les formes citées ci- dessus:

L'Azote kjeldahl (NTK) : qui représente l'azote ammoniacal et l'azote organique [9].

- ❖ **Phosphore total** : il se trouve sous forme ortho-phosphate ( $\text{PO}_4^{4-}$ ) combiné avec des matières organiques (phospholipides, acides nucléiques, etc.) et minérales (Al, Fe et Ca) [14].

## I-6 Impacts des eaux usées

Les eaux usées ont des effets néfastes sur l'environnement et les êtres vivants.

**I-6-1 Effet sur l'environnement:** avec un taux de recouvrement de réseau national d'assainissement égal à 85%, certaines agglomérations et communes déversent leurs eaux usées directement dans le milieu naturel, les oueds, les barrages ainsi que dans la mer [15, 16].

Parmi les paramètres qui sont prescrits dans les cahiers des exigences environnementales pour effectuer le contrôle des eaux à la sortie des stations d'épuration, on cite :

- ❖ **Température** : L'augmentation de température peut avoir un effet léthal sur certaines espèces et favoriser le développement d'autres espèces ce qui entraîne un déséquilibre écologique.
- ❖ **pH** : Les effets de pH se font surtout sentir par l'influence qu'exerce ce paramètre sur les équilibres entre les composés du milieu lorsqu'ils ont une toxicité variable selon qu'ils se trouvent ou non sous forme ionisée.
- ❖ **Turbidité** : Elle est à l'origine de quelques effets :
  - Augmenter la température de l'eau.
  - Empêcher les plantes de bien pousser en voilant la lumière.
  - Productivité biologique du milieu aquatique négative (provoque la diminution de l'oxygène dans l'eau...)
- ❖ **Phosphore** : Le phosphore provoque nombreux effets néfastes comme :
  - Augmentation de la turbidité de l'eau.

- Présente de forte densité.
- Risque de relargage des substances indésirables ou toxique.
- ❖ **Les hydrocarbures** : Les hydrocarbures, par leur densité relativement faible par rapport à l'eau, forment des films de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci, occasionnant des asphyxiés de la faune et la flore.
- ❖ **Azote** : Les rejets d'azote perturbent la production d'eau potable et favorisent l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques. Les formes réduites (NTK) consomment l'oxygène dissous, au détriment de la faune et la flore. Sous forme ammoniacal ( $\text{NH}_3$ ), l'azote est toxique pour les poissons.

**I-6-2 Effet sur la santé de l'homme** : dans les pays en développement 80% des maladies sont de causes hydriques. Selon l'OMS, 1,6 millions d'enfants meurent chaque année de maladies hydriques [15, 16].

Les rejets d'effluents de la raffinerie dans l'air (évaporation d'hydrocarbure) dont le benzène, le torchage et dans l'eau peut causer :

- Trouble du système nerveux.
- Leucémie.
- Problèmes respiratoires : asthme... etc

En Algérie, souvent, les réseaux d'assainissement et les réseaux d'alimentation en eau potable sont confondus ou adjacents, ce qui, en absence d'entretien, provoquent des fuites qui contaminent les eaux potables.

### **I-7 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons défini les paramètres physiques et chimiques qui caractérisent une eau usée et leur impact sur le milieu récepteur lors du rejet direct à l'air libre. La connaissance de la qualité des eaux usées à traiter est indispensable dans un projet de conception d'une station d'épuration ainsi que pour le choix adéquat du procédé d'épuration et par conséquent un respect des normes de rejets.

# **Chapitre II**

## **Le traitement des eaux usées**

### II-1 Les procédés de traitements des eaux usées :

Une station d'épuration comporte généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage, puis par flottaison/décantation. Vient ensuite un traitement, dit primaire, consistant en une seconde décantation pour éliminer une partie de MES.

Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont suivis d'une phase de clarification et d'un traitement des nitrates et des phosphates selon l'exigence du milieu récepteur. D'autres traitements, dits extensifs, peuvent exister comme le lagunage, qui combine traitements biologiques, physiques et naturels.

Le traitement des eaux usées a pour but de dépolluer pour que les eaux de rejets n'altèrent pas les milieux naturels récepteurs [17].

L'eau épurée est une eau usée traitée jusqu'à un niveau de pollution toléré par la législation (norme internationale, nationale ou OMS) pour être déversée dans un milieu naturel [18].

### II-2 Les étapes de traitements :

Le processus d'épuration d'une eau usée est composé de :

- ❖ Un prétraitement physique.
- ❖ Un traitement primaire.
- ❖ Un traitement secondaire.
- ❖ Un traitement tertiaire.

Le schéma global de traitement des eaux usées est illustré sur la Figure 1 :

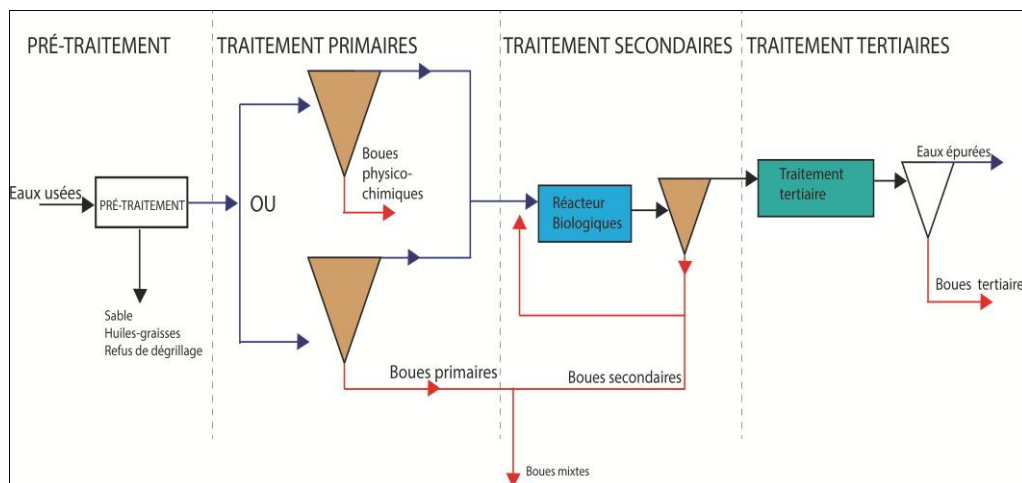


Figure 1: étapes de traitement des eaux usées.

### II-3 Le prétraitement :

Les eaux brutes subissent, au préalable, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations physiques ou mécaniques. Il est destiné à éliminer la plus grande partie des éléments dont la nature et la dimension constituent une entrave pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations suivantes:

- le dégrillage pour l'élimination des déchets volumineux.
- le dessablage pour l'élimination des sables et graviers.
- le dégraissage-déshuilage ou d'écumage-flottation pour l'élimination des huiles et des graisses.

#### II-3-1 Le dégrillage :

Le dégrillage est une opération mécanique visant à éliminer les macros particules et les objets volumineux.

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent à travers une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau, qui pourraient nuire aux équipements. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des colmatages dans les différentes unités de l'installation.

Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères au niveau de la station de relevage afin de protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement. Il est réalisé par les opérations suivantes:

- Le pré dégrillage, qui est un dégrillage grossier. Les barreaux formant les grilles sont espacés de 30 à 100mm.
- Le dégrillage moyen de 10 à 30mm.
- Le dégrillage fin moins de 10mm.

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale.



**Figure II.2. dégrilleur fin mécanique. (STEP lagunage Ami moussa Relizane**

### **II-3-2 Le dessablage :**

Le dessablage est une opération physique qui consiste à éliminer le sable de l'eau usées par la force gravitationnelle des particules.

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines. Ceci évite les dépôts dans les canaux et conduites et aide à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les traitements ultérieurs en particulier les ceux biologiques.

L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin "dessableur" entraîne des dépôts au fond de l'ouvrage. Les dépôts (sables) sont récupérés par aspiration et sont essorés ensuite lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés. Cette opération concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100µm.

### II-3-3 Le dégraissage déshuilage :

Les graisses et les l'huiles, produits de densité légèrement inférieure à celle de l'eau, sont proviennent des habitations, des restaurants, des garages de réparation mécanique, des stations de lavage de voitures, lessivage des chaussées, des usines, des abattoirs... etc.

Le déshuilage est une séparation liquide-liquide, tandis que le dégraissage est une séparation solide-liquide avec, pour condition, une basse température de l'eau pour figer des graisses.

Le dégraissage et le déshuilage sont 2 opérations complémentaires pour éliminer les corps gras dans les eaux usées. Les graisses et les huiles nuisent à l'efficacité du traitement.

Habituellement, le dessablage et le déshuilage s'opèrent dans le même bassin (figure II. 3)



**Figure II. 3. Dessableur-déshuileur. (STEP boues activées, Salamandre, Mostaganem).**

### II-4 Traitements primaires :

Le traitement primaire est un ensemble d'opérations mécanique et/ou physique qui consiste en plusieurs étapes :

- ❖ La décantation primaire.
- ❖ Coagulation & flocculation.
- ❖ La décantation secondaire.

### II-4-1 Décantation primaire

La décantation primaire consiste en une simple élimination d'une partie des solides en suspension pour alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs. L'efficacité de cette opération est fonction du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) [19].

Cette opération permet, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, d'éliminer 40 à 60% de MES, soit près de 40% de MO et 10 à 30 % de virus.

### II-4-2 Coagulation – floculation :

Les opérations de coagulation/floculation facilitent l'élimination des MES et les matières colloïdales.

#### a. Coagulation :

Le but de la coagulation est de rompre les forces de répulsions électrostatiques entre les particules colloïdales pour les déstabiliser, ce qui favorise leur agglomération par neutralisation électrique. Pour ce faire, on injecte dans l'eau des coagulants, réactifs chimiques chargés positivement. L'injection du coagulant se fait à l'endroit où l'agitation est très forte pour le disperser rapidement dans l'eau à traiter. La neutralisation des charges conduit à la formation de floes qui décantent. Selon le coagulant employé, qu'il soit à base de fer ou d'aluminium, il y a formation d'hydroxyde d'aluminium ou de fer, sel formé avec les substances organiques dissoutes.

Le choix et le dosage des coagulants sont déterminés au laboratoire au jar test sur un échantillon d'eau brute. Le dosage est fonction de :

- La nature de l'eau brute : pH, alcalinité, MES.
- Du taux de la turbidité, de la couleur, du carbone organique total(COT).

Les principaux coagulants utilisés sont :

- Le sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_3, 18 H_2O$ .
- L'aluminate de sodium  $NaAlO_2$ .
- le chlorure ferrique  $FeCl_3, 6 H_2O$ .
- Le sulfate ferrique  $Fe_2(SO_4)_3, 9 H_2O$ .
- Le sulfate ferreux  $FeSO_4, 7 H_2O$ .

**b. Flocculation :**

La flocculation a pour objectif d'accroître le volume, le poids et la cohésion de floc formé lors de la coagulation. Cette étape est réalisée dans un compartiment distinct de celui de la coagulation.

L'injection du flocculant se fait avec agitation lente pour permettre l'agglomération des floccs et leur grossissement.

Parmi les flocculants utilisés on cite : Silices activées et Alginates de Na.

**c. Décantation :**

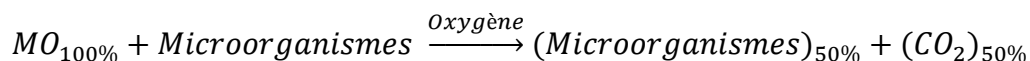
La décantation, opération utilisée dans presque toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où elles sont extraites périodiquement par raclage une fois le bassin vidé de l'eau clarifiée récoltée en surface [20].

**II-5 Traitements secondaires, traitements biologiques :**

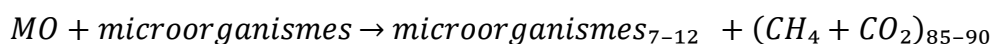
Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité bactérienne qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobiques, se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobiques nécessitant un apport d'oxygène [21, 22].

**a-Traitement aérobie :**

Le traitement des eaux usées aérobies comprennent l'ajout d'air (oxygène) dans le réacteur d'eaux usées. Ces systèmes sont efficaces pour réduire la DBO et la DCO à des niveaux très bas.

**b-Traitement anaérobie :**

Le traitement anaérobie des eaux usées utilise des agents biologiques dans un environnement sans oxygène pour éliminer les impuretés des eaux usées.



Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs.

### **II-5-1 Les procédés extensifs :**

Les traitements extensifs sont souvent préférés aux traitements conventionnels pour assurer l'épuration des eaux usées des petites et moyennes collectivités. La raison de cette préférence est leur fiabilité, la simplicité de leur gestion et la modestie des coûts de fonctionnement. Parmi ces procédés on distingue :

#### **a. Le lagunage :**

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est utilisé dans les régions très ensoleillées dans des bassins de faible profondeur. Le principe général consiste à recréer dans les bassins des chaînes alimentaires aquatiques avec, comme source d'énergie, le rayonnement solaire pour la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène. Les bactéries assurent la part prépondérante de l'épuration tandis que la microfaune contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et des bactéries.

Ce procédé simple demande des surfaces importantes car les cinétiques des réactions sont très lentes.

Pour que le lagunage s'effectue dans les meilleures conditions d'aérobiose, tout en évitant les odeurs et la prolifération des insectes, il faut prévoir une décantation primaire des effluents. On empêche, ainsi, un colmatage rapide des bassins.

Par ce procédé, selon les régions, on peut traiter de 25 à 50 kg de DBO<sub>5</sub> par hectare et par jour. L'inconvénient majeur de ce type de procédé est le dépôt qui se produit et qui reste en phase anaérobie.

Le lagunage nécessite des surfaces importantes avec des temps de séjour de l'ordre de 30 à 60 jours et une profondeur des bassins de 0,5 à 1,2 m.

**b. Les différents types de lagunage :****• Le lagunage naturel :**

La lagune doit avoir une profondeur de 0.8 m jusqu'à une profondeur variante de 1,2 à 1,5 m au maximum (afin d'éviter le développement de macrophytes), avec un temps de séjour de l'ordre d'un mois, ces bassins fonctionnent naturellement grâce à l'énergie solaire avec un rendement d'épuration de 90 %. Ces procédés sont très sensibles à la température et sont peu applicables aux régions froides.

Le dimensionnement de ces bassins est, généralement, basé, pour un climat tempéré, sur une charge journalière de  $50 \text{ DBO}_5 \text{ kg hab}^{-1} \text{ j}^{-1}$ , soit environ  $10 \text{ m}^2$  par habitant. La teneur en matière en suspension dans l'effluent traité reste élevée (de 50 à  $150 \text{ mg L}^{-1}$ ) c'est pourquoi la  $\text{DBO}_5$  en sortie est souvent supérieure à  $50 \text{ mg L}^{-1}$ .

**• Le lagunage aéré :**

Le lagunage aéré est un grand réacteur, extérieur, aérobique et mélangé. Les aérateurs mécaniques fournissent l'oxygène et maintiennent les organismes aérobies suspendus et mélangés avec l'eau usée pour atteindre un taux élevé de dégradation de la matière organique et d'élimination des nutriments. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % sans recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts.

Ce procédé traite certains rejets industriels et reste valable pour les produits organiques très lentement biodégradables. Ce type de rejets sont caractérisés par de faibles teneurs en MS et avec des  $\text{DBO}_5$  dans la gamme 300 - 1500 ppm. Le brassage est effectué par des turbines fixées sur des flotteurs amarrés au centre du bassin.

**• Le lagunage anaérobie :**

Il n'est applicable que sur des effluents très concentrés et, le plus souvent, comme prétraitement avant un étage aérobique. La couverture de ces lagunes et le traitement des gaz produits sont nécessaires étant donné les risques de nuisances olfactives élevés. Les temps de séjour sont souvent supérieurs à 50 jours et les charges organiques appliquées sont de l'ordre de  $0,01 \text{ kg DBO}_5 \text{ m}^{-3} \text{ j}^{-1}$ . La profondeur est importante (5 à 6 m) ce qui devient un élément favorable au processus.

Dans la réalité, la classification aéro-anaérobie des lagunes n'est pas superflue, car dans les zones amont ou profondes des lagunes aérobie, on observe souvent un fort déficit en oxygène ce qui nécessite un curage des bassins tous les 10 ans à cause de la production des boues.

### **II-5-2 Les procédés intensifs :**

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

#### **a. Lit bactérien :**

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobie en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent à contrecourant à travers le film biologique jusqu'aux microorganismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobie à la surface et des bactéries anaérobie près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux.

#### **b. Disques biologiques :**

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants. Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques, ces derniers étant semi-immergés et leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer de la fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation du support sur l'axe) et du dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes).

#### **c. Boues activées :**

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration rencontrée dans les milieux naturels. Le procédé "boues activées" consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquide

bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et d'effluent à traiter. Ensuite, les phases "eaux épurées" et "boues épuratrices" sont séparées.

Une installation de ce type comprend les étapes suivantes:

- le traitement préliminaire (éventuellement primaire).
- le bassin d'activation (ou bassin d'aération).
- le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues.
- l'évacuation des eaux traitées.
- les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs [21].

## II-6 Traitement tertiaire

Les composés ayant résistés au traitement secondaire sont éliminés par le traitement tertiaire qui consiste en une ozonation, une coagulation / floculation, une filtration par membrane ou par adsorption sur adsorbant (charbon actif ou résines échangeuses d'ions). Le rendement est en général très satisfaisant puisque ces procédés permettent une épuration de :

- 75 à 95 % de la DCO.
- 97 % des composés aromatiques.
- 98 % de la couleur.

Le traitement tertiaire dans les stations d'épuration comporte deux procédés qui suivent :

### II-6-1 La déphosphatation:

Elle consiste à précipiter le phosphore dans les eaux épurées par l'ajout d'un sel minéral ( $\text{FeSO}_4$ ).

### II-6 -2 La désinfection:

Elle a pour but d'éliminer les micro-organismes pathogènes des eaux épurées pour protéger la vie aquatique et, en cas d'utilisation de ces eaux dans l'irrigation, d'éliminer le risque sanitaire chez l'homme et les animaux de pâturage.

### **Conclusion :**

L'objectif de la station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable mais acceptable pour un rejet vers la nature. L'épuration des eaux usées avec ces différents procédés éliminent une grande partie des polluants et des boues constituant un sous-produit de l'épuration. Enfin, on peut rejeter les eaux épurées dans le milieu récepteur sans risque de contamination ou de pollution.

# Chapitre III

## Dimensionnement

### III-1 Introduction

Le dimensionnement d'une station d'épuration est une opération qui consiste à dénombrer tous les équipements qui permettent de remmener les paramètres d'épuration aux valeurs optimales. Le dimensionnement dépend de la charge à l'entrée, fonction du débit, et des concentrations moyennes des paramètres de pollution ( $DBO_5$ , MES, DCO etc).

L'objectif de ce chapitre est le dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées d'une industrie de l'ingénierie d'électricité et du gaz.

Cette industrie puise son eau de la mer méditerranéenne qui sera dessalée ensuite traitée avant de l'injecter dans le processus de production. Une fois usée, l'eau transit par la STEP pour être réinjectée dans le cycle de production.

Le dimensionnement de cette station consiste à calculer les différents ouvrages composant la STEP, à savoir :

- le dégrillage mécanique.
- le bassin de sélection.
- le bassin d'aération primaire.
- le bassin d'aération secondaire.
- le clarificateur.
- le bassin de désinfection.

L'objectif de ce travail c'est l'obtention d'une eau qui répond aux paramètres design de cette industrie lors de sa réinjection dans le circuit de production ainsi qu'aux normes de rejets à la mer définies dans la législation algérienne ces normes sont résumées ci-après :

Tableau 1 : Les charges polluantes d'après le décret Algérien n°06-141 (industrie de l'énergie). [23].

Paramètres	Unité	Décret Algérien n°06-141
pH	-	5.5 à 8.5
Température	°C	30
Débit d'eau	m <sup>3</sup> /t	1
DCO	g/t	100
DBO <sub>5</sub>	g/t	25
MES	g/t	25
Azote totale	g/t	20
Huiles et graisses	mg/l	15
Phénol	g/t	0.25
Hydrocarbures	g/t	5
Plomb	mg/l	0.5
Chrome 3+	mg/l	0.05
Chrome 6+	mg/l	0.1

### III-2 Objectifs :

Ce travail a pour but de dimensionner une station de traitement des eaux usées à petite échelle d'une Centrale Electrique en cycle combiné en cours de réalisation. Installée à proximité de la mer, sa puissance est de 1500 MW, elle utilise, comme fluide caloporteur, de l'eau de mer dessalée par osmose inverse.

Dans le cadre de la certification ISO 14001, le complexe a défini un plan d'action qui consiste en une prise en charge totale des aspects environnementaux au sein du complexe dont, particulièrement, le traitement des rejets liquides ,pour se conformer aux normes environnemental qui interdisent le rejet de l'eau polluée à la mer.

Pour une économie d'énergie et une autonomie en eau de l'industrie, nous proposons le dimensionnement d'une station d'épuration à cycle fermé au niveau du site.

Le bassin de traitement tertiaire, traitement de désinfection par bio-filtration, sera relié au canal post-dessalement dont l'eau servira pour refroidir les équipements.

Ce travail aura comme impact la diminution des coûts sur les factures énergétiques annuelles du site, rallonge la durée de vie des membranes du dessalement et préserve l'environnement.

### **III-3 Les avantages d'une installation de recyclage d'eau :**

L'indisponibilité et la difficulté de renouvellement des ressources à cause du changement climatique, l'inégalité de répartition de l'eau ainsi que sa contamination par les différents types de polluants, imposent aux pays du monde de trouver et de développer des techniques qui visent l'amélioration de la qualité de l'eau potable et réutiliser la quantité journalière énorme des eaux usées rejetée dans l'environnement.

L'installation d'une station de potabilisation intensifiée avec une station d'épuration des eaux usées est suggérée pour un renouvellement des ressources en eaux potable.

Cette installation assure un taux de recyclage de 75 %, ce qui permet à l'industriel de devenir complètement autonome en eau. L'apport complémentaire peut se faire soit en eau potable, soit en valorisation des eaux de pluie.

L'huile est éliminée des eaux usées au moyen d'un séparateur d'eau-huile. Cependant, les solutions huile/eau chimiquement stabilisées devraient être gérées d'une façon appropriée. Ces solutions peuvent être purifiées au moyen de la filtration sur membranes. (Ultra Filtration). Pour éliminer les composés organiques qui restent dans le perméat, l'ozone peut être utilisé. La recherche montre que le pré traitement à l'ozone rends possible la réutilisation du perméat pour de l'eau de procédé. [24].

### **III-4 Dimensionnement**

Cette partie se charge du dimensionnement de la station ce qui nécessite de connaître quelques données de bases. Comme la station est en cours de réalisation nous avons posé quelques hypothèses pour faciliter le dimensionnement. Ces hypothèses sont résumées au Tableau III-2

Tableau III-2. Paramètres entrée/sortie de la STEP.

Systeme	Procédé utilisé	Types des eaux à l'entrée	Eaux à la sortie	Destination
STEP (AERO-MOD)	Traitement biologique à boues activées à aération prolongée	Débit = 149 m <sup>3</sup> /j DBO <sub>5</sub> = 153 mg/l MES = 255 mg/l N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 34 mg/l T = 20°C	Eaux traitées + Boues séchées	Débit = 119 m <sup>3</sup> /j DBO <sub>5</sub> = 17 mg/l MES = 8.5 mg/l N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 0.85 mg/l

Dimensionner une station se déroule sur un certain nombre de paramètres. Parmi eux :

Calcul des débits et des charges polluantes :

**III-4-1 Le Débit moyen horaire :**

Le débit journalier  $Q_{mj}$  est de 149 m<sup>3</sup>/j (Tableau III-2) Les débits moyens horaire ( $Q_{mh}$ ) et par seconde ( $Q_{ms}$ ) s'obtiennent par :

**a) Débit moyen horaire :**

Le débit moyen horaire est donné par la relation :  $Q_{mh} = \frac{Q_{mj}}{24}$

AN:  $Q_{mh} = \frac{149}{24}$  donc  $Q_{mh} = 6.21 \text{ m}^3/\text{h}$

**b) Débit moyen par seconde :**

$Q_{ms} = \frac{6.21}{3600}$  donc  $Q_{ms} = 1.72 \text{ L/s}$

**c) Débit de pointe:**

Par définition le débit de pointe, plus haut débit, est défini par la relation :

$Q_{pte} = C_p \times Q_{mj}$

Avec  $\left\{ \begin{array}{ll} C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{ms}}} & \text{si } Q_{ms} \geq 2.8 \text{ L/s} \\ C_p = 3 & \text{si } Q_{ms} \leq 2.8 \text{ L/s} \end{array} \right.$

Dans notre cas :  $C_p = 3$ , ce qui attribue au débit de pointe la valeur de :

$$Q_p = 3 \times 149 = 447 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de pointe horaire est de  $Q_{pte} = 18.63 \text{ m}^3/\text{h}$

Calcul des charges polluantes :

Les charges polluantes se résument en :

**a) Charge moyenne journalière en  $DBO_5$  :**

Elle est estimée par la relation suivante :

$$L_0 = C_{DBO_5} \times Q_{mj}$$

Où :

$L_0$  : Charge moyenne journalière en  $DBO_5$  (kg/j).

$C_{DBO_5}$  : Concentration en  $DBO_5$  moyenne ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$Q_{mj}$  : Débit moyen journalier en ( $\text{m}^3/\text{j}$ ).

On obtient :  $L_0 = 153 \times 10^{-3} \times 149$  donc  $L_0 = 22.80 \text{ kg/j}$

**b) Charge moyenne journalière en MES ( $N_0$ ) :**

Cette charge est calculée comme suit :

$$N_0 = C_{MES} \times Q_{mj}$$

Où :

$N_0$  : Charge moyenne journalière en MES (Kg/J).

$C_{MES}$  : Concentration moyenne en MES ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$$N_0 = 255 \times 10^{-3} \times 149$$

$$N_0 = 38 \text{ kg/j}$$

**c) Charge moyenne journalière en DCO ( $M_0$ ) :**

$$M_0 = 314.5 \times 10^{-3} \times 149 = 46.86 \text{ kg/j}$$

**III-5 Prétraitements :**

Ce sont des opérations physiques et ou mécaniques qui se résument en :

**III-5-1 Dégrillage :**

Nous avons opté pour une grille fine dont le dimensionnement est dans le tableau III- 3 suivant :

**Tableau III- 3 caractéristique de la grille**

<b>Paramètres</b>	<b>Dimension</b>	<b>Valeurs</b>
Espacement entre les barreaux	e (mm)	50
Diamètre des barreaux	d (mm)	5
Coefficient de colmatage (dégrillage manuel)	$\sigma$	0.25
Angle d'inclinaison	$\alpha$ (°)	70
Vitesse de passage à travers la grille	V (m/s)	0.6
Hauteur de la grille	Hmax (m)	0.4
Facteur de forme (section rectangulaire)	$\beta$	2.42
Constante de gravitation	g (m/s <sup>2</sup> )	9.81

La largeur de la grille est exprimée par la relation suivante :

$$L = \frac{Q_{pte} \times \sin \alpha}{V \times H_{max} \times (1 - \beta) \times \sigma}$$

La section de passage de l'eau est :

$$S = \frac{Q_{pte}}{v}$$

$$S = \frac{447}{0.6 \times 24 \times 3600} = 8.62 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La largeur **L** est :

$$L = \frac{S \times \sin \alpha}{H_{max} \times (1 - \beta) \times \sigma}$$

Coefficient de vide de la grille **θ** est :

$$\theta = \frac{e}{e+d} = \frac{50}{50+5} = 0,91$$

Donc la largeur **L** devient :

$$L = \frac{8.62 \times 10^{-3} \times \sin 70}{0.4 \times (1 - 0.91) \times 0.25} = 0.9 \text{ m} = 90 \text{ cm}$$

Le nombre des barreaux est :

$$N = \frac{L}{d+e} + 1 = \frac{0.9}{0.005+0.05} + 1$$

$$N = 17 \text{ barreaux}$$

### III-5-2 Calcul des pertes de charge :

Le calcul des pertes de charge est un paramètre important pour le dégrilleur. Pour le calculer, Kirschmer a établi une relation entre la perte de charge, le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale. [25].

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \cdot \left(\frac{V^2}{2g}\right) \sin \alpha \quad (\text{eq de Kirschmer})$$

- **ΔH** est la perte de charge (mm).
- **β** est le coefficient de forme des barreaux.
- **d** est épaisseur de barreau ; e est espace entre les barreaux.
- **V** est la vitesse de l'eau ; g est la gravité.
- **α** est l'angle de grille avec l'horizontale.

Les valeurs de **β** dépendent de la forme des barreaux comme le montre le tableau suivant :

Tableau III.4. Les valeurs de  $\beta$  suivant la forme des barreaux.

Types de barreaux	$\beta$
Section circulaire	1.79
Section rectangulaire	2.42
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont	1.67

$$\Delta H = = 2,42 \times (5/50)^{4/3} \cdot (0,6^2 / 2 \times 9,81) \times \sin 70$$

$$\Delta H = 1.937 \text{ mm}$$

**Calcul de la longueur mouillée de la grille :**

La longueur mouillée de la grille est égale au rapport entre la hauteur maximale dans le canal et le sinus de l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal. Il vient par la suite :

$$L = \frac{H_{max}}{\sin \alpha}$$

$$L = \frac{0.4}{\sin 70}$$

$$L \cong 0.42 \text{ m}$$

**Refus de la grille**

Le refus de la dégrillage par équivalent habitant est donné par l'expression suivant :

$$R = \frac{12 a 15}{e} (l/Eh)$$

$$R = \frac{12}{5} = 2.4 \text{ l/ Eh}$$

Ce dégrillage est effectué seulement dans le cas d'une industrie qui rejette des déchets volumineux.

**III-6 Traitement primaire-chimique :**

**III-6-1 Volume du décanteur:**

Nous optons pour un décanteur d'une forme circulaire dont le volume est :

$$V = Q_p \times t_s$$

$V$  : volume du décanteur ( $m^3$ ).

$Q_p$ : débit de pointe ( $m^3 /h$ ).

$t_s$  : temps de séjour est imposé à  $t_s = 30$  min.

$$V = 18.63 \times 0.5 = 9.315 m^3, \quad \text{donc : } V=9.315 m^3$$

Le diamètre est exprimé par la formule :

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}}$$

$D$  : diamètre du décanteur (m).

$V$  : volume du décanteur ( $m^3$ ).

$h$  : hauteur du décanteur tel que  $h = 1 - 3$  m, on prend  $h = 1.04$  m,

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}} = \sqrt{\frac{4 \times 10.93}{3.14 \times 1.04}}$$

$$D = 3.66 \text{ m}$$

**III-6-2 Bilan de matière :**

Les charges éliminées par le traitement chimique avec ajout de réactifs peuvent atteindre des taux importants. Pour limiter la consommation en produits chimiques, nous avons opté pour des taux relativement bas mais important pour faire la différence avec la décantation purement physique. Ces taux imposés sont résumés dans le tableau suivant : [26].

**Tableau III.5. . Rendement de la décantation en présence de coagulation**

Paramètres	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	N	P	MM
Taux d'Elimination (%)	70	40	50	70	60	90

- Les charges éliminées sont comme suit :

•  $DBO_{5e} = 0.5 \times 34 = 17 \text{Kg/j}$       •  $DBO_{5e} = 17 \text{Kg/j}$

•  $MM_e = 0.9 \times 8.5 = 7.65 \text{Kg/j}$       •  $MM_e = 7.65 \text{Kg/j}$

•  $MES_e = 0.7 \times 34 = 23.8 \text{Kg/j}$       •  $MES_e = 23.8 \text{Kg/j}$

•  $DCO_e = 0.4 \times 63 = 25.2 \text{Kg/j}$       •  $DCO_e = 25.2 \text{Kg/j}$

•  $P = 0.7 \times 1.2 = 0.84 \text{Kg/j}$       •  $P = 0.84 \text{Kg/j}$

•  $N = 0.6 \times 0.06 = 0.036 \text{Kg/j}$       •  $N = 0.036 \text{Kg/j}$

- Les charges résiduelles retrouvées à la sortie du décanteur primaire sont comme suit :

•  $DBO_5 = 34 - 17 = 17 \text{Kg/j}$       •  $DBO_5 = 17 \text{kg/j}$

•  $MM_s = 10 - 7.65 = 2.35 \text{Kg/j}$       •  $MM_s = 2.35 \text{kg/j}$

•  $MES_s = 34 - 23.8 = 10.2 \text{kg/j}$       •  $MES_s = 10.2 \text{kg/j}$

•  $DCO_s = 63 - 25.2 = 37.8 \text{kg/j}$       •  $DCO_s = 37.8 \text{kg/j}$

•  $P_s = 1.2 - 0.84 = 0.36 \text{kg/j}$       •  $P_s = 0.36 \text{kg/j}$

•  $N_s = 0.06 - 0.036 = 0.024 \text{kg/j}$       •  $N_s = 0.024 \text{kg/j}$

Les concentrations en réactifs de coagulation-floculation sont calculées en fonction des taux d'élimination imposés dès le début du dimensionnement et la nature chimique des réactifs. Un dispositif de pompe doseuse et un système de régulation prévoit le maintien de la concentration constante. Bien que le traitement chimique a éliminé une quantité considérable de MES et de charge organique sous forme de DCO, DBO<sub>5</sub> et azote, il reste insuffisant. Un traitement biologique est indispensable pour arriver à une eau de qualité acceptable. [27].

**III -7 Traitement secondaire-biologique :**

Le tableau III.6 présente trois types de traitement biologique que nous pouvons choisir. Dans ce travail, nous avons opté pour l'aération prolongée avec ce qu'elle peut avoir comme avantage principal dont le rendement de l'élimination de la pollution qui s'approche de 100%. Notre soucis majeur est de réutiliser les eaux dans l'industrie, il serait donc plus judicieux d'atteindre de ce taux. [28]

**Tableau III.6. Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée**

Type de procédé	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge (aération prolongée)
Charge massique Kg (DBO <sub>5</sub> ), m <sup>-3</sup> .j <sup>-1</sup>	0.40 à 1.20	0.15 à 0.40	0.007 à 0.15 faibles charges C <sub>m</sub> <0.07 très faible charge
Charge volumique Kg(DBO <sub>5</sub> ), m <sup>-3</sup> .j <sup>-1</sup>	1.50 à 3	0.50 à 1.5	C <sub>v</sub> < 0.40
Durée de rétention (heures)	1 à 2h	2 à 4h	12h à plusieurs jours
Consommation d'oxygène Kg(O <sub>2</sub> ), Kg <sup>-1</sup> (DBO <sub>Détruite</sub> )	0.3 à 0.5	0.50 à 1	1.50 à 2
Production de boues en excès Kg (MES), Kg <sup>-1</sup> (DBO)	0.80	0.60	0.20
Pourcentage de recyclage (%)	Jusqu'à 300	50 à 100	10 à 50
Rendement d'épuration (%)	< 80%	80 à 90%	Plus de 90%

**Bassin d'aération :** Nous avons choisi un procédé biologique à aération prolongée avec les charges suivantes :

**Charge massique ( $C_m$ )** : est la masse de nourriture arrivant quotidiennement dans le bassin d'aération ramenée à la quantité de matière active présente.

$$C_m = \frac{DBO_5 \text{ entrée } (\frac{kg}{j})}{\text{masse de boue MVS présente dans le bassin (Kg)}}$$

$$C_m = 0.07 \text{ kgDBO}_5/\text{kgMVS}/j$$

**Charge volumique ( $C_v$ )** : encore appeler charge organique, elle présente la masse de pollution arrivant chaque jour sur la station par unité de volume de réacteur.

$$C_v = \frac{DBO_5 \text{ entrée } (\frac{kg}{j})}{\text{volume du bassin } m^3}$$

$$C_v = 0.25 \text{ kgDBO}_5/m^3/j$$

Charge en  $DBO_5$  à l'entrée de bassin d'aération est :

$$L'_0 = 102 \times 10^{-3} \times 149 = 15.20 \text{ kg}/j$$

La concentration ( $S_s$ ) à la sortie doit être conforme aux normes de rejets établies par l'état qui est fixée à 15mg/l de  $DBO_5$ , pour avoir une marge de sécurité, une concentration en  $DBO_5$  de 20 mg d' $O_2$ /l de la charge à la sortie a été imposée

Il s'en suit :

**Charge à la sortie :**

$$L_s = S_s \times Q_j = 15.2 \times 149 \times 10^{-3} \text{ j}$$

$$L_s = 2.264 \text{ kg } DBO_5/j$$

**Charge en  $DBO_5$  éliminée :**

$$L_e = L'_0 - L_s = 15.2 - 2.264$$

$$L_e = 12.94 \text{ kg}/j$$

**Dimension du bassin :**

$$V_{Ba} = \frac{L'_0}{C_v} = \frac{15.20}{0.5}$$

$$V_{Ba} = 30.4 \text{ m}^3$$

**Hauteur :** elle est généralement comprise entre 3 et 5m Nous optons pour

$$H=3 \text{ m}$$

**Surface horizontal:**

$$S_h = \frac{V_{\beta a}}{H} = \frac{30.4}{3}$$

$$S_h = 10.13 \text{ m}^2$$

**Diameter:**

$$D = \sqrt{\frac{4 S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10.13}{3.14}}$$

$$D= 3.59 \text{ m}$$

**Temps de séjour :**

$$t_s = \frac{V_{\beta a}}{Qh} = \frac{30.4}{6.21}$$

$$t_s = 4.90 \text{ h} = 5 \text{ h}$$

La masse de boues dans le bassin d'aération se calcul comme suit :

$$X_a = \frac{L'_0}{C_v}$$

$$X_a = \frac{15.20}{0.07}$$

$$X_a = 217.14 \text{ Kg/j}$$

**Besoins en oxygène :**

Les bactéries en traitement par boues activées ont besoin d'oxygène d'une part pour la dégradation de la pollution organique, d'autre part pour leur subsistance, qu'on appelle

communément, respiration endogène. La quantité théorique d'oxygène nécessaire à cet effet, est la somme de celle nécessaire à la synthèse et à la respiration endogène. Elle est donnée par la relation :

$$Q_{O_2} = (a' \times L_e) + (b' \times X_a) + (4.3 \times N_n) - (2.85 \times C' \times N_{DN}) \text{ kg/j}$$

Tels que :

$Q_{O_2}$  : Besoin en oxygène *kg/j*

$X_a$  : Quantité de MVS présente par jour dans le bassin *kg*

$L_e = L'_0 - L_s$  : Charge en DBO<sub>5</sub> éliminée par jour *kg/j*

$a'$  : Coefficient en relation avec la fraction d'oxygène consommée pour fournir l'énergie de synthèse de la matière vivante, il dépend de la charge massique  $a' = 0.66$

**4.3** : taux de conversion de l'azote réduit en azote nitrique.

$N_n$  : Flux d'azote à nitrifier.

**2.85** : taux de conversion de l'azote nitrique en azote gazeux.

$C'$  : fraction de l'oxygène des nitrates récupérés par dénitrification, soit entre 60 et 70 %.

$N_{DN}$  : Flux d'azote à dénitrifier.

$b'$  : Coefficient cinétique de respiration endogène  $b' = 0.06$

$$N_n = \text{Flux de } N_{NEB} - \text{Flux de N assimilé} - \text{Flux de } N_{ET}$$

Avec :

N assimilé = 1% de DBO<sub>5</sub> éliminée

$N_{ET} = 5 \text{ mg/l}$  et  $N\text{-NO}_3^-_{ET} = 1 \text{ mg/l}$

$$N_n = 1.37 - (0.01 \times 12.94) - (0.005 \times 149)$$

$$N_n = \mathbf{0.5 \text{ kg/j}}$$

$$N_{DN} = N_n - \text{flux de } (N\text{-NO}_3 - ET)$$

$$N_{DN} = \mathbf{0.35 \text{ kg/j}}$$

$$Q_{O_2} = (0.66 \times 12.94) + (0.06 \times 217.14) + (4.3 \times 0.5) - (2.85 \times 0.35)$$

$$Q_{O_2} = 22.72 \text{ kg/j}$$

Besoin journalières en O<sub>2</sub> : **q<sub>O2</sub> = 23 kg/j**

Besoin horaire d'oxygène nécessaire :  $q_{O_2} = \frac{23}{24} = 0.96 \text{ kg/h}$

$$Q_{O_2} = 0.96 \text{ kg/h}$$

Les quantités d'oxygène nécessaire pour 1 m<sup>3</sup> de bassin d'aération sont donc :

$$Q_b = \frac{Q_{O_2}}{V_{\beta a}} = \frac{23}{30.4}$$

$$Q_b = 0.76 \text{ kg/j}$$

Notons que cette dernière valeur est utile pour le calcul de puissance des aérateurs du bassin.

### **III- 8 Système d'aération :**

Nous optons pour les aérateurs de surface à basse vitesse et au flux axial qui est le plus répandu, particulièrement dans le traitement des eaux domestiques. [29]

Présente : la simplicité de l'installation et d'utilisation ; leur rendement énergétique ; et leur possibilité de brassage.

Pour sa puissance, nous optons pour des aérateurs qui génèrent une quantité d'oxygène de 1.17 kg/kWh.

$$P_t = 23/1.17 \times 24 = 0.82 \text{ kW/h}$$

On utilisera donc deux aérateurs  $p = 1/2 = 0.41 \text{ kW/h}$  pour chaque aérateur.

#### **III-8-1 Décanteur secondaire-Clarificateur :**

Le clarificateur a pour but, la séparation du floc biologique de l'eau épurée. Les boues sédimentées au fond du clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues pour éventuel épaissement et déshydratation. Nous optons pour un décanteur d'une forme circulaire dont le volume est calculé selon la formule suivante :

$$V_{BD} = Q_p \times t_s$$

Avec,

$V_{BD}$ : Volume du clarificateur ( $m^3$ ).

$Q_p$ : Débit de pointe ( $m^3/h$ ).

$t_s$ : Temps de séjour généralement est de 3h.

Pour un  $t_s$  de 5 min :  $V_{BD} = 18.63 \times 3 = 56m^3 \Rightarrow V_{BD} = 56 m^3$

Enfin le diamètre du clarificateur est exprimé par la formule :  $D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times h}}$

$D$ : Diamètre du clarificateur ( $m$ ).

$V$ : Volume du clarificateur ( $m^3$ ).

$h$ : Hauteur du clarificateur tel que  $h = 1.5$ , on prend  $h = 1.5 m$ .

$$\text{Donc : } D = \sqrt{4 \times 56 \times 3.14 \times 1.5} \sqrt{\frac{4 \times 56}{3.14 \times 1.5}} = 6.89 m$$

$$\Rightarrow D \cong 7 m$$

Les charges éliminées par le traitement secondaire sont calculées à partir du tableau suivant :

**Tableau III. 7. Rendement du traitement secondaire**

Paramètres	Taux d'élimination (%)
MES	80
DBO <sub>5</sub>	70
DCO	80
AZOTE	10
PHOSPHORE	10

Les charges éliminées sont présentées comme suit :

$$DBO_5 = 0.7 \times 17 = 11.9 \text{ kg/j}$$

$$MES = 0.8 \times 10.2 = 8.16 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 0.8 \times 37.74 = 30.19 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.1 \times 0.87 = 0.087 \text{ kg/j}$$

$$N = 0.1 \times 0.024 = 0.0024 \text{ kg/j}$$

Par ailleurs, les charges retrouvées à la sortie du clarificateur sont présentées comme suit :

$$DBO_5 = 17 - 11.9 = 5.1 \text{ kg/j} \Rightarrow DBO_5 = 5.1 \text{ kg/j}$$

$$MES = 10.2 - 8.16 = 2.04 \text{ kg/j} \Rightarrow MES = 2.04 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 37.74 - 30.19 = 7.55 \text{ kg/j} \Rightarrow DCO = 7.55 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.87 - 0.087 = 0.78 \text{ kg/j} \Rightarrow P = 0.78 \text{ kg/j}$$

$$N = 0.024 - 0.0024 = 0.022 \text{ kg/j} \Rightarrow N = 0.022 \text{ kg/j}$$

Enfin, nous résumons les concentrations des paramètres indicateurs retrouvées à la sortie de la station entières dans le tableau III.7 en utilisant la formule suivante :

$$[\text{Paramètre}] \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 10^3 \frac{\text{Flux du paramètre} \left( \frac{\text{kg}}{\text{j}} \right)}{\text{Débit journalier} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right)}$$

**Tableau III.8. Rendement d'épuration**

<i>Paramètres</i>	<i>DBO<sub>5</sub></i>	<i>DCO</i>	<i>MES</i>	<i>N</i>	<i>P</i>
Valeurs (mg/l)	34	50	14	14	5
Norme (mg/l)	< 40	< 120	< 40	< 40	< 15

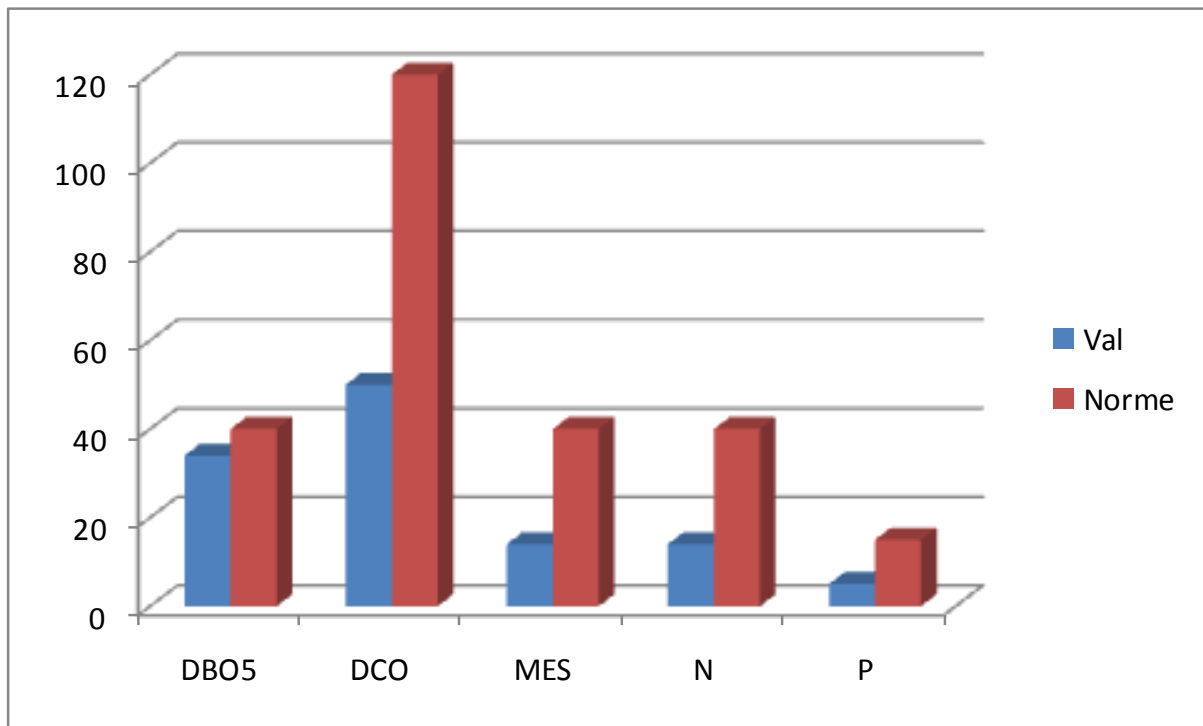


Figure Rendement d'épuration

### III-9 Traitement des boues :

Les boues stabilisées en provenance du digesteur sont aspirées à travers une canalisation souterraine par une pompe et refoulées dans une cuve en polyéthylène reliée à une pompe doseuse. [30]

#### III-9-1 Production des boues :

##### a) Boues en excès

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'Eckenfelder :

$$\Delta X = S_{\min} + S_{\text{dur}} + (a_m \times L_e) - (b \times S_v) - S_{\text{eff}}$$

$a_m$ : biomasse produite par kg de  $DBO_5$  oxydé.

$b$ : fraction de biomasse détruite par jour.

$S_{\min}$ : masse de MES minérale de l'eau brute évaluée à 30% de MES totales.

$S_{\text{dur}}$ : masse de MVS difficilement biodégradable évaluée à 17.5 % de MES totales.

$L_e$  : masse de  $DBO_5$  à éliminer par jour.

$S_v$ : masse de boues organiques dans le bassin d'aération en kg de MVS.

$S_{\text{eff}}$ : masse de boues évacuées avec l'effluent traité en *kg de MES* par jour.

Elle dépend des normes de rejet. On adopte souvent 20 mg/L.

Les valeurs de coefficients  $a_m$  et  $b$  dépendent de la charge massique. En aération prolongée, elles sont considérées respectivement égales à 0.6 et 0.055.

$$S_{\text{min}} = 0.3 \times 285 = 85.5 \text{ kg/j}$$

$$S_{\text{dur}} = 0.175 \times 285 = 49.87 \text{ kg/j}$$

$$L_e = 265 - 20 = 245 \text{ kg/j}$$

$$b \times S_v = 0.055 \times 285 = 15.67 \text{ kg/j}$$

$$S_{\text{eff}} = 0.02 \times 1000 = 20 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 85.5 + 49.87 + 245 - 15.67 - 20 = 344.7 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 344.7 \text{ kg/j}$$

### b) Concentration de boues en excès :

L'indice de MOHLMAN( $I_m$ ) donne une idée sur la décantation des boues. Quand sa valeur est comprise entre 50 et 150, la décantation est bonne. Cet indice donné par l'équation qui représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

$$I_m = \frac{\text{volume}}{\text{résidu sec}}$$

$$\mathbf{X_m} : \text{Concentration de boues en excès est : } [X_m] = \frac{149}{I_m}$$

$$[X_m] = 2.28 \text{ g/l}$$

### c) Débit de boues en excès :

$$\text{Ce Débit est donné par : } Q_{\text{exc}} = \frac{\Delta X}{[X_m]} = \frac{344.7}{2.28} = 151.18 \text{ m}^3/\text{j}$$

### d) Débit de boues recyclées :

### Taux de recyclage :

Le recyclage des boues se fait par pompage. Il consiste à extraire les boues activées du fond de clarificateur et les envoyer en tête du bassin d'aération, afin de réensemencer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs.

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

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

Rec : taux de recyclage (%),

$[X_a]$  : concentration des boues dans le bassin Donc :

$$Rec = 40 \%$$

#### **Débit des boues recyclées :**

Il est calculé par la relation suivante :  $Q_r = Rec \times Q_j$

Donc :

$$Q_r = 0.40 \times 149 = 59.6 \text{ m}^3$$

#### **e) Age des boues**

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

Donc :

$$A_b = \frac{X_a}{DBO_e} = 72 \text{ jours}$$

#### **f) Epaisseur**

L'épaisseur constitue la première étape des filières de traitement des boues.

Il sera dimensionné en fonction des charges polluantes éliminées dans les décanteurs primaire et secondaire.

#### **• Volume de l'épaisseur**

Le volume de l'épaisseur :  $V_E = Q_{exc} \times t_s$

$t_s$  : temps de séjour : 18 h = 0.76 j

$$V_E = 62 \text{ m}^3$$

Enfin le diamètre de l'épaisseur est exprimé par la formule :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times h}}$$

$D$  : Diamètre épaisseur (m) ;

$V$  : Volume épaisseur ( $m^3$ );

$h$  : Hauteur du décanteur tel que  $h = 1.5$ , on prend  $h = 1.5 m$  ;

Donc :  $D = 3.34 m \Rightarrow D = 3.34 m$

• **Déshydratation des boues :**

La déshydratation a pour but d'éliminer une partie de l'eau de constitution, avec comme conséquence une diminution du volume des boues et une manipulation plus facile pour procéder à leur évacuation.

• **Lits de séchage**

L'épaisseur maximale ( $H_s$ ) des boues admissible sur les lits de séchage est de 30 cm. Le temps de remplissage d'un lit est de 5 à 15 jours, on prend  $t=10$  jours. Largeur ( $b$ ) optimale de 2m ( $b=2m$ ), Longueur ( $L$ ) de 5 à 10 m.

**Désinfection**

Le temps de séjour dans le bassin est :  $t_s = (15-30)$  mn, on prend :  $t_s = 30$  mn

a) **Volume de bassin de désinfection**

$$V_{BDES} = Q_{pte} \times t_s, /V_{BDES} = 18.60 \times 30 / 60 = 9.3 \Rightarrow V_{BDES} = 9.3 m^3$$

b) **Surface horizontale**

$$S_h = \frac{V_{BDES}}{H} = \frac{9.3}{2.15} = 4.32 \Rightarrow S_h = 4.32 m^2$$

c) **Largeur et longueur du bassin**

$$l = \sqrt{\frac{S}{2}} = \sqrt{\frac{4.32}{2}} = 1.46$$

$$l = 1.46 m.$$

$$\text{La longueur de bassin } L = \frac{Sh}{l} = 1.7 m$$

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

---

L'objectif du traitement des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictées par la législation et pouvant par suite être évacuée sans danger dans le milieu naturel ou être utilisée dans le cadre de mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage).

La protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel sont devenues des contraintes qui ont amené les industries à prendre des mesures rigoureuses et efficaces.

Pour cela, Dans le cadre de la certification ISO 14001, le complexe a défini un plan d'action qui consiste en une prise en charge totale des aspects environnementaux au sein du complexe dont, particulièrement, le traitement des rejets liquides, pour se conformer aux normes environnemental qui interdisent le rejet de l'eau polluée à la mer Méditerranéenne .

Nos calculs nous ont permis de faire le dimensionnement des différentes filières de traitement des eaux d'une industrie de production d'électricité et de distribution de gaz et d'électricité en cours de réalisation. Ces différentes filières sont le prétraitement, le traitement primaire, le traitement secondaire et le traitement tertiaire.

Dans ce travail nous avons réalisé le dimensionnement d'une station d'épuration à cycle fermé au niveau du site. Le bassin de traitement tertiaire et celui du traitement de désinfection par bio-filtration, sera relié au canal post-dessalement dont l'eau servira à refroidir les équipements.

Ce travail aura comme impact la diminution des coûts sur les factures énergétiques annuelles du site, rallonge la durée de vie des membranes du dessalement et préserve l'environnement.

Tous les calculs réalisés pour chaque ouvrage ont permis l'obtention de paramètres à valeur normale comparé à la norme en vigueur et à ceux du design.

Toutefois, ce travail reste incomplet ce qui permet de dégager les perspectives suivantes :

1. La revalorisation des boues issues des traitements biologiques.
2. Dimensionné un digesteur pour produire du biogaz pour servir à l'autoconsommation électrique de site.

# *Références Bibliographiques*

## Références Bibliographiques

---

[1] AGENCE DE L'EAU (France) « l'assainissement de l'agglomération. Technique d'épuration actuelles et évaluation étude inter agence »Avril 1994.

[2] AGENCES DE L'EAU & MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, L'assainissement des agglomérations : Techniques d'épuration actuelles et évolutions - Etude inter-bassins n°27, 1994, 170p.

[3] BERRADA GOUZI M., « ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF DANS LA PROVINCE DE KENITRA », Mastère spécialisé en Management et Ingénierie des Services d'Eau et d'Assainissement, École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, 2007.

[4] FNDAE (Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau), Document technique n°5 Bis, Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, Office International de l'Eau – SNIDE, 1er édition en 1992, actualisé en 2002.

[5] DIARD P., Etude de la biosorption du plomb et du cuivre par des boues de la station d'épuration-mise en œuvre d'un procédé de biosorption à contre-courant. Thèse de doctorat, spécialité science et technique du déchet. Institut national des sciences appliquées de Lyon, 279 p, 1996.

[6] MOHAND- SAID OUALI, cours de procédés unitaires biologique et traitement des eaux office des publications universitaire, ben-aknoun (Alger) ,2001.

[7] ABDELMALEK Bengharbia, F.H, R.Z, Impact des rejets des eaux sur la qualité physicochimique et bactériologique de l'oued BNI AZA, BLIDA, ALGERIE, lebanese Sciences journal, vol.15, N°2, pp 39-51, 2014.

[8] FRANCK REJEEK, Analyse des eaux Aspects réglementaires et technique, édition scerEn.

[9] : Mémoire online, traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj, effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA, consulté le : 23/05/2019. [10] : J. RODIER & coll., 2005, l'analyse de l'eau,8ème édition, paris, DUNOD,1343 p, Environnement et Sécurité.

## Références Bibliographiques

---

[11] : A. HAMLAT, 25/06/2014, contribution à la gestion des ressources en eau des bassins versants de l'ouest algérien à l'aide d'un système informatisé, thèse doctorat, hydraulique, Oran, faculté d'architecture et de génie civil, 243 p.

[12] : Guide techniques de l'assainissement 2ème édition.

[13] : SAGGAI, 2004, contribution à l'étude d'un système d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla, Magister, université de Ouargla.

[14] : M.A.CHERIF, 2017, contribution à l'élaboration d'un logiciel pour le dimensionnement d'une station d'épuration, mémoire Master, hydro informatique, département d'hydraulique, université Abou Bakr Bel.

[15] : Phosphore et l'environnement, Institut Technique du Porc (ITP).

[16]: Progress on drinking water, sanitation and hygiene, 2017, Unicef.kaid, Tlemcen, 102 p.

[17] : Centre d'information sur l'eau, [www.cieau.com](http://www.cieau.com), consulté le : 20/05/2019.

[18] : T.MEDJDOUB, 2014, étude conception et dimensionnement d'une STEP par filtres plantés de roseaux des eaux usées des zones éparses de la commune de Terny, mémoire Master, technique de traitement des eaux, Tlemcen, département hydraulique, université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen 132 p.

[19] HADJOU BELAID Z., « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2013.

[20] DEGREMONT., « Mémento technique de l'eau » ; deuxième édition, édition technique et document, Paris, 2007

[21] <http://www.oieau.org>. Consulté le 11-03-2014.

[22] Manuel de la station unité 90.

[23] JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE n° 26. (2006). Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, Algérie, p. 4-5.

[24] In-Soung Chang, Chang-Mo Chung, Seung-Ho Han, Treatment of oily wastewater by ultrafiltration and ozone. Taejon, South Korea 2000.

## Références Bibliographiques

---

[25] <http://ona-dz.org/>.

[26] Manuel d'exploitation de la STEP.

[27] Office International de l'Eau, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés. aux petites et moyennes collectivités, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, 2001.

[28] W. W. ECKENFELDER. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Technique et Documentation. Lavoisier 1982.

[29] BOUABDALLAH .M ; Mémoire d'ingénieur VERIFICATION DES DIMENSIONS DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DU COMPLEXE GL3/Z.

[30] Degrémont, 1978, Mémento technique de l'eau, huitième édition, France, 1200 p, technique et documentation.