

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**UNIVERSITE DE M'SILA**  
**FACULTE DE TECHNOLOGIE**  
**Département Hydraulique**



**MEMOIRE**

**présenté pour l'obtention du diplôme de**  
**MASTER**

**Filière : Hydraulique**

**Option : Hydraulique Urbaine**

**Thème**

**Etat des lieux de la station d'épuration de BBA -  
Diagnostic physicochimique et biologique des eaux usées**

**Dirigé par :**

**Dr. B. MERZOUK**

**Présenté par :**

**Faten HADJI**

**Promotion : 2013/2014**

# ***SOMMAIRE***

<b>Introduction générale</b> .....	01
------------------------------------	----

## ***Chapitre I : Caractéristiques générales de la zone d'étude***

<b>I.1. Introduction</b> .....	02
<b>I.2. La situation géographique</b> .....	02
<b>I.3. Le climat</b> .....	02
I.3.1. Pluviométrie .....	02
I.3.2. Température .....	03
I.3.3. Les Vents.....	04
<b>I.4. Hydrologie</b> .....	04
<b>I.5. Situation topographique</b> .....	04
<b>I.6. Situation géologique</b> .....	04
<b>I.7. Situation démographique</b> .....	05

## ***Chapitre II : La pollution des eaux***

<b>II.1. Introduction</b> .....	07
<b>II.2. Origine et nature des eaux usées</b> .....	07
II.2.1. Les eaux usées domestiques .....	08
II.2.2. Les eaux industrielles.....	09
II.2.3. Les eaux pluviales .....	09
<b>II.3. Les différents types de pollution</b> .....	10
II.3.1. Pollution mécanique.....	10
II.3.2. Pollution chimique.....	10
II.3.3. Pollution microbienne .....	10
II.3.4. Pollution organique .....	10
II.3.5. Pollution radioactive .....	11

II.3.6. Pollution thermique.....	11
II.3.7. Pollution agricole .....	11
II.3.8. Pollution par les hydrocarbures.....	11
<b>II.4. Les paramètre de la pollution.....</b>	<b>12</b>
II.4.1. Paramètres physiques .....	12
II.4.2. Paramètres chimiques.....	13
<b>II.5. Les normes de rejet.....</b>	<b>15</b>
<b>II.6. Notion d'équivalent-habitant (EH).....</b>	<b>16</b>

### ***Chapitre III : Les techniques d'épuration des eaux usées***

<b>III.1. Introduction .....</b>	<b>18</b>
<b>III.2. Les procédés d'épuration des eaux usées urbaines .....</b>	<b>18</b>
III.2.1. Le prétraitement .....	18
III.2.2. Le traitement primaire .....	19
III.2.3. Le traitement secondaire.....	20
III.2.4. Le traitement tertiaire.....	20
<b>III.3. Les traitements biologiques.....</b>	<b>20</b>
III.3.1. Les boues activées .....	20
III.3.2. Les lits bactériens.....	23
III.3.3. Les disques biologiques.....	25
III.3.4. Le lagunage.....	27
<b>III.4. Traitement des boues.....</b>	<b>30</b>
III.4.1. Boues de traitement primaire.....	31
III.4.2. Boues de traitement physico-chimique .....	31
III.4.3. Boues de traitement biologique .....	31
III.4.4. Filières de traitement des boues.....	31
<b>III.5. Conclusion.....</b>	<b>33</b>

## ***Chapitre IV : Présentation de la station et de ses ouvrages***

### **IV.1. Localisation et présentation de la station**

<b>IV.2. Description de la station</b>	34
IV.2.1. Déversoir d'orage	34
IV.2.2. Poste de relevage	35
IV.2.3. Grille grossière manuelle	36
IV.2.4. Dégrillage fin	37
IV.2.5. Grille manuelle de By-pass	37
IV.2.6. Dessablage – Déshuilage	38
IV.2.7. Bassin d'aération	40
IV.2.8. Décanteur secondaire	41
IV.2.9. Epaississeur	42
IV.2.10. Lits de séchage	43
IV.2.11. Vis de recirculation	43

## ***Chapitre V. Etude des performances de la station***

<b>V.1. Introduction</b>	44
<b>V.2. But de l'étude</b>	44
<b>V.3. Prélèvement et conservation des échantillons</b>	45
<b>V.4. Paramètres à analyser</b>	46
<b>V.5. Les normes de rejets</b>	47
<b>V.6. Résultats obtenus</b>	47
V.6.1. pH, température et conductivité	47
V.6.2. La température	48
V.6.3. Le pH	48
V.6.4. La conductivité	48
<b>V.7. Evolution de la pollution organique</b>	48
<b>V.8. Les matières en suspension (MES)</b>	54
<b>V.9. Evolution des sels nutritifs (azote)</b>	57
V.9.1. L'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )	57

V.9.2. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	57
V.9.3. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	60
V.9.4. L'azote Kjeldahl (NTK).....	65
V.10. Conclusions.....	68

## ***Chapitre VI. Gestion et exploitation de la STEP***

<b>VI.1. Introduction</b> .....	69
<b>VI.2. Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration</b> .....	69
<b>VI.3. Contrôle de fonctionnement</b> .....	70
VI.3.1. Contrôles journaliers.....	70
VI.3.2. Contrôles périodiques .....	71
<b>VI.4. Entretien des ouvrages</b> .....	73
VI.4.1. Dégrilleur .....	73
VI.4.2. Dessableur – déshuileur.....	73
VI.4.3. Bassin d'aération.....	74
VI.4.4. Clarificateur .....	74
VI.4.5. Désinfection des eaux épurées.....	74
VI.4.6. Epaisseur .....	75
VI.4.7. Lits de séchage.....	75
<b>VI.5. Hygiène et sécurité de travail</b> .....	75
VI.5.1. Introduction.....	75
VI.5.2. Risques de circulation .....	75
VI.5.3. Risques d'incendie et d'exploitation.....	76
VI.5.4. Risques d'intoxication .....	76
VI.5.5. Risques mécaniques .....	76
VI.5.6. Risques banals et risques dus aux réactifs chimiques.....	76
VI.5.7. Risques d'électrocution.....	77

<b>Conclusion générale</b> .....	78
----------------------------------	----

Bibliographie

Annexes

## *Liste des tableaux*

<b>N°</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
I.1	Pluviométrie moyenne mensuelle et totale annuelle	03
I.2	Répartition mensuelle de la température de la zone d'étude	03
I.3	Vitesses moyennes mensuelles des vents	04
I.4	Evolution démographique de la ville de BBA	06
II.1	Caractéristiques des eaux de ruissellement	08
II.2	Caractéristiques moyennes des rejets urbains	08
II.4	Normes de rejet	15
V.1	Méthodes de conservation de l'échantillon	45
V.2	Normes de rejets (OMS)	46
V.3	Evolution du pH, T° et conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	47
V.4	Évolution de la DBO <sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	49
V.5	Evolution de la DBO <sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	49
V.6	Evolution de la DBO <sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	50
V.7	Evolution de la DBO <sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	51
V.8	Évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	51
V.9	Évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	52
V.10	Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	53
V.11	Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	53
V.12	Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	54
V.13	Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	55
V.14	Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	56
V.15	Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	56
V.16	Évolution de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	57
V.17	Évolution de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	58

V.18	Évolution de $\text{NH}_4^+$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	59
V.19	Évolution de $\text{NH}_4^+$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	59
V.20	Évolution des $\text{NO}_2^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	60
V.21	Évolution des $\text{NO}_2^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	61
V.22	Évolution des $\text{NO}_2^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	61
V.23	Évolution des $\text{NO}_2^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	62
V.24	Évolution des $\text{NO}_3^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	63
V.25	Évolution des $\text{NO}_3^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	63
V.26	Évolution des $\text{NO}_3^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	64
V.27	Évolution des $\text{NO}_3^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	65
V.28	Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)	65
V.29	Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)	66
V.30	Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)	66
V.31	Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)	67
VI.1	Résumé des incidents les plus fréquents dans une STEP	72

## *Liste des figures*

N°	Titre de la figure	Page
Fig. I.1	Carte géographique de la wilaya de Bordj Bou Arréridj	06
Fig .III.1	Dégrilleur fin (a) et dégrilleur grossier (b)	19
Fig .III.2	Schéma de principe de l'épuration par boues activées	21
Fig .III.3	Principe de l'épuration par boues activées	22
Fig .III.4	Clarificateur	22
Fig. III.5	Bassin d'aération	22
Fig .III.6	Lit bactérien	24
Fig .III.7	Schéma d'installation à lit bactérien	24
Fig .III.8	Disque biologique	26
Fig .III.9	Schéma de principe d'une filière classique à disques biologiques	26
Fig .III.10	Bassins du lagunage (lagunes)	26
Fig .III.11	Schéma de principe d'un lagunage naturel	28
Fig .III.12	Epuration par lagunage aéré	29
Fig .III.13	Déshydratation des boues par centrifugation	32
Fig.III.14	Cycle de traitement des boues	33
Fig .V.1	Evolution temporelle de la DBO <sub>5</sub> du mois de janvier 2014	49
Fig. V.2	Evolution temporelle de la DBO <sub>5</sub> du mois de février 2014	50
Fig. V.3	Evolution temporelle de la DBO <sub>5</sub> du mois de mars 2014	51
Fig. V.4	Evolution temporelle de la DBO <sub>5</sub> du mois d'avril 2014	51
Fig.V.5	Evolution temporelle de la DCO du mois de janvier 2014	52
Fig.V.6.	Evolution temporelle de la DCO du mois du février 2014	53
Fig.V.7	Evolution temporelle de la DCO du mois du Mars 2014	53
Fig.V.8	Evolution temporelle de la DCO du mois d'avril 2014	54
Fig.V.9	Evolution temporelle des MES du mois de Janvier 2014	55
Fig.V.10	Evolution temporelle des MES du mois de Février 2014	56
Fig.V.11	Evolution temporelle des MES du mois de Mars 2014	56
Fig.V.12.	Evolution temporelle des MES du mois d'Avril 2014	57
Fig.V.13	Evolution temporelle de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> du mois du Janvier 2014	58
Fig.V.14	Evolution temporelle de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> du mois de Février 2014	58
Fig.V.15	Evolution temporelle de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> du mois de Mars 2014	59
Fig.V.16	Evolution temporelle de la NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> du mois du Avril 2014	60



Fig.V.18	Evolution temporelle des $\text{NO}_2^-$ du mois de Février 2014	61
Fig.V.19	Evolution temporelle des $\text{NO}_2^-$ du mois de Mars 2014	62
Fig.V.20	Evolution temporelle des $\text{NO}_2^-$ du mois d'avril 2014	62
Fig.V.21	Evolution temporelle des $\text{NO}_3^-$ du mois de Janvier 2014	63
Fig.V.22	Evolution temporelle des $\text{NO}_3^-$ du mois de Février 2014	64
Fig.V.23	Evolution temporelle des $\text{NO}_3^-$ du mois de Mars 2014	64
Fig.V.24	Evolution temporelle des $\text{NO}_3^-$ du mois d'Avril 2014	65
Fig.V.25	Evolution temporelle de NTK du mois de Janvier 2014	66
Fig.V.26	Evolution temporelle de NTK du mois de Février 2014	66
Fig.V.27	Evolution temporelle de NTK du mois de Mars 2014	67
Fig.V.28	Evolution temporelle de NTK du mois d'Avril 2014	68

## ملخص

من خلال بحثنا تعرفنا على محطة تصفية المياه المستعملة لمدينة برج بوعرييج مع مختلف مراحل التصفية و التي تم انجازها ماي 2002 كما قمنا بدراسة ميدانية تمثلت في تربص لمدة شهر أفريل بغرض معرفة فعالية التصفية البيولوجية على مستوى المحطة وجدنا من خلال نتائج التحاليل التي قمنا بها ان محطة التصفية تقوم بمردود مقبول.

## Résumer

L'objectif de ce travail est de comprendre le fonctionnement épuratoire de la STEP de BBA, qui a été réalisé en mai 2002, d'une part, et d'autre part, de déterminer les rendements d'élimination paramètres de pollution (charge organique, les nutriments,...) de la station, cette dernière fonctionne bien, avec des abattements acceptables pour toute la pollution.

## summarize

The objective of this work is to understand the purifying operation of the WWTP BBA, which was completed in May 2002, on the one hand, and secondly, to determine the removal efficiencies pollution parameters (organic load , nutrients, ....) of the station, it works well with acceptable allowances for any pollution

# Introduction Générale

---

## **Introduction générale**

Le procédé d'épuration à boues activées est parmi les procédés le plus utilisés en Algérie pour traiter les eaux usées domestiques. Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient éprouvées, plusieurs types de dysfonctionnements peuvent apparaître, et qui sont susceptibles d'entraîner une dégradation du rendement épuratoire.

La station d'épuration de Bordj Bou Arreridj a été construite en 1995. En vu de faire face aux mauvais dysfonctionnements depuis sa mise en service en 2002, une étude de diagnostic s'avère nécessaire afin de proposer des mesures préventives (au niveau de la filière de traitement des eaux usées ou de la construction et la gestion de la station ainsi que de définir les meilleurs scénarios de requalification de cette station. Donc il est nécessaire d'étudier les différents paramètres rentrant en jeu dans le cadre d'un tel projet.

Ainsi, notre étude s'articule autour de différentes phases complémentaires qui permettent de prendre en compte les différents facteurs influents et leurs évolutions à savoir :

L'état des lieux des ouvrages de la station et la vérification des caractéristiques dimensionnelles et leurs capacités épuratoires attendues, la définition des performances réelles des ouvrages, et l'analyse des paramètres de pollution. Ces analyses nous permettront de mettre en évidence les points faibles du système, les dysfonctionnements, les points à modifier et/ou à améliorer, ...

## **Chapitre I :**

---

# **Caractéristiques générales de la zone d'étude**

## **Chapitre I : Caractéristiques générales de la zone d'étude**

### **I.1. Introduction**

La ville de Bordj Bou Arreridj (BBA) est une région de hauts-plateaux bordée au Nord et au Sud par les chaînes montagneuses des Bibans et des Mâadid respectivement, à l'Est par les plaines de l'Oued Boussellam et à l'Ouest par une zone de steppes et de plaines. L'altitude moyenne est d'environ 900 mètres.

### **I.2. La situation géographique**

La wilaya de Bordj Bou Arreridj (BBA) est comprise entre les parallèles 35° et 37° de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4° et 5° à l'Est de Greenwich. La ville de BBA est située au point géographique 36° de latitude Nord et 4° 30' de longitude Est. Elle est située sur les hauts plateaux Est du pays, s'étend sur l'axe Alger -Constantine et limitée (Fig. I.1) :

- Au Nord, par la wilaya de Bejaïa ;
- Au Sud, par la wilaya de M'Sila ;
- A l'Est, par la wilaya de Sétif ;
- A l'Ouest, par la wilaya de Bouira.

La wilaya s'étend sur une superficie de l'ordre de 3920.42 km<sup>2</sup> soit près de 1/600<sup>ème</sup> du territoire national

### **I.3. Le climat**

Le climat de la ville de Bordj Bou Arreridj est de type semi-aride (indice de Demarton = 16,24). Il est caractérisé par des hivers froids et pluvieux, ainsi que par des étés chauds et secs. La saison sèche s'étale de mai à octobre. Les températures moyennes sont comprises entre 5 °C au mois de janvier et 24 °C au mois de juillet.

#### ***I.3.1. Pluviométrie***

La pluviométrie moyenne annuelle s'élève à 320 mm. Elle est inégalement répartie entre les saisons sèches et humides, soit un minimum de 5.6 mm au mois de juillet et un maximum de

51.9 mm au mois de janvier. Les moyennes mensuelles et totales annuelles des précipitations en mm sont données dans le tableau suivant.

**Tableau I.1 : Pluviométrie moyenne mensuelle et totale annuelle**

Mois	Jan	Fév	Mai	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Total annuel
<b>P (mm)</b>	29	34	31	40	33	10	3	13	13	34	30	14	<b>318</b>

*Source : ANRH de Bordj Bou Arreridj, station météorologique de la station d'épuration (année 2013)*

Ce tableau fait ressortir une pluviométrie annuelle de 318 mm qui se répartie sur deux (02) périodes distinctes.

Une période concernant les mois (juin, juillet et août) marquée par des faibles pluies d'une moyenne de 9 mm.

Une deuxième période concernant les autres mois de l'année, marquée par une abondance des pluies comparativement de la première.

En effet les pluies débutent en automne (septembre, octobre et novembre) avec une moyenne de 26 mm et s'accroissent en hiver (décembre, janvier, février) avec une moyenne de 35 mm.

### **I.3.2. Température**

L'analyse des températures mensuelles mis en valeur l'existence de deux saisons (tableau I.2)

- Une saison froide qui s'étale du mois d'octobre au mois d'avril,
- Une saison chaude qui s'étale du mois de mars au mois de septembre.

**Tableau I.2. Répartition mensuelle de la température de la zone d'étude**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>Temp °C</b>	8	9	11	13	16	21	25	25	20	16	13	9

*Source: ANRH de Bordj Bou Arreridj, station météorologique de la station d'épuration (année 2013)*

### ***I.3.3. Les Vents***

Le tableau suivant indique les variations concernant les moyennes mensuelles et annuelles.

**Tableau I.3 : Vitesses moyennes mensuelles des vents**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
v (m/s)	2.4	2.4	3.1	3.3	3.2	3.4	3.2	3	2.9	2.7	2.6	2.7

La vitesse moyenne annuelle des vents est de 9.2 m/s. Les vents fréquents sont les vents chauds du Sud qui sévissent du mois de Mai à Août avec des vitesses variant entre 3.2 m/s et 3 m/s.

L'analyse de la rose des vents établit par l'ONM, la direction dominante des vents est Nord et Sud-Ouest : il s'agit de vents faibles et modérés.

Les vents direction Sud–Ouest soufflent uniquement pendant 40 jours de l'année.

### ***I.4. Hydrologie***

Le réseau hydrographique de la wilaya est caractérisé par deux sens d'écoulement principaux opposés, séparés par une ligne de partage des eaux, cette limite naturelle correspond à la limite des deux grands bassins versants suivants.

- Le bassin versant Soummam : le sens d'écoulement principal est Sud Nord et couvre la moitié septentrionale de la wilaya à prédominance marneuse ou argileuse imperméable. Les points d'eaux sont rares.
- Le bassin versant Chott du Hodna [1]

### ***I.5. Situation topographique***

La totalité des terrains de la zone étudiée est caractérisée par des pentes qui varient entre de 5 % à 25%.

### ***I.6. Situation géologique***

Le contexte géologique de la ville de Bordj Bou Arreridj se distingue par les zones présentées ci-dessous, de la formation la plus récente à la plus ancienne :

- Des alluvions constituées par des limons,
- Un ensemble marno-calcaire,
- Une formation plus calcaire.



La formation marno-calcaire du sénonien est un aquifère multicouche dont les potentialités productrices sont faibles. La nappe contenue dans cette formation marno-calcaire s'écoule globalement vers le Sud. Elle peut être drainée ou alimentée par les Oueds qui traversent la ville du Nord au Sud (Oueds Slib, Arreridj, Merdj el Wast et Boumergued).

Il existe ainsi une nappe libre avec un niveau piézométrique fluctuant de 1 à 5 mètres de profondeur, jusqu'à 10 mètres dans la partie haute de la ville. De manière générale, les zones où le réseau hydrographique de la ville de Bordj Bou Arreridj comporte 4 Oueds bien distincts qui la traversent du Nord vers le sud selon les conditions topographiques locales, à savoir :

- Oued Arreridj dans la partie centrale de la ville ;
- Oued Slib à l'Ouest
- Les Oueds Boumergued et Merdj el Wast à l'Est.

La wilaya de BBA est située dans une zone à sismicité moyenne.

### ***1.7. Situation démographique***

L'estimation de la population pour un horizon donné est un facteur important pour l'estimation de la quantité d'eau usée à traiter et, arriver à un dimensionnement adéquat de la station d'épuration (STEP). [3]

L'évolution démographique en Algérie suit la loi des accroissements géométriques, donnée par la relation suivante.

$$P_n = P_0 (1 + T)^n$$

Avec :

**$P_n$**  : Population future

**$P_0$**  : Population de l'année de référence (2014) = 193328 habitants [1]

**$T$**  : taux d'accroissement en (%)

**$n$**  : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Le taux d'accroissement de la population de la ville de BBA estimé par les autorités à 2.4 %. Le tableau suivant nous donne l'évaluation démographique pour la ville de BBA.

Tableau I.4 : Evolution démographique de la ville de BBA

Année	2014	2020	2026	2032	2038	2044	2050
Nombre d'habitants	193328	223808	259094	299942	347231	401974	511299



Figure I.1: Carte géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj [2]

## **Chapitre II :**

---

### **La pollution des eaux**

## **Chapitre II : La pollution des eaux**

### **II.1. Introduction**

Il y a une dizaine d'années, les techniques de traitement des eaux relevaient plus de l'art que d'une véritable science. Il n'en est plus ainsi aujourd'hui. On s'attache actuellement à l'élimination de polluants dits secondaires (azote, phosphore et matières organique réfractaires) et aux possibilités de recyclage des eaux dans l'industrie ou en agriculture. [4]

### **II.2. Origine et nature des eaux usées**

Les eaux usées évacuées par un réseau d'assainissement sont de composition variable, on distingue trois (3) grandes catégories :

- Les eaux usées domestique ;
- Les usées industrielles ;
- Les eaux pluviales.

La charge et le débit des eaux usées domestique peuvent être estimés par diverses méthodes ; elles reposent sur la connaissance des courbes d'évolution démographique passée et future, des phénomènes sociologiques et des plans de secteurs.

1. Evaluation de la population. Il existe plusieurs modèles mathématiques pour évaluer l'accroissement d'une population. Il faut user toutefois avec circonspection de ces techniques, particulièrement dans les régions susceptibles d'une rapide expansion industrielle, d'un développement suburbain rapide, ou de recevoir des directives nouvelles des plans de secteur.
2. Estimation de la population maximum par la technique de répartition par zone. Les pourcentages de saturation d'une population peuvent être estimés pour des zones complètement développées sur la base des caractéristiques restrictives des différentes zones (résidences individuelles, collectives, commerces,....).

Comme les eaux usées domestiques et industrielles font l'objet de traitement d'épuration, un effort particulier a porté l'étude des effets polluants des eaux de ruissellement en zones urbaines et agricoles. Les caractéristiques de ces eaux sont données dans le tableau suivant.

**Tableau II.1 : Caractéristiques des eaux de ruissellement**

Constituant	Zone urbaine	Zone agricole
Matières en suspension MES (mg/L)	5 - 1200	/
Demande chimique en oxygène DCO (mg/L)	20 - 610	/
Demande biologique en oxygène DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1 - 173	/
Phosphore total (mg/L)	0.02 - 7.3	0.1 - 0.65
Azote nitrique (mg/L)	/	0.03 - 5.0
Azote total (mg/L)	0.3 - 7.5	0.5 - 6.5
Chlorures (mg/L)	3 - 35	/

**II.2.1. Les eaux usées domestiques**

Ce sont les eaux qui proviennent des différents usages domestiques ; elles sont réparties en deux groupes, les eaux ménagères et les eaux vannes (WC) ; elles sont principalement chargées de matières organique et minérales.

**Tableau II.2 : Caractéristiques moyennes des rejets urbains**

Caractéristique	Maximale	Moyenne	Minimale
pH	7.5	7.2	6.8
Matières décantables (mg/L)	6.1	3.3	1.8
Matières solides totales (mg/L)	640	453	322
Matières volatiles totales (mg/L)	388	217	118
Matières en suspension (mg/L)	258	145	83
Matières volatiles en suspension (mg/L)	208	120	62
Demande chimique en oxygène (mg/L)	436	288	159
Demande biochimique en oxygène (mg/L)	276	147	75
Chlorures (mg/L)	45	35	25

On doit souligner que la présence de rejets d'industriels dans le réseau d'égout municipal peut modifier radicalement ces concentrations.

De plus, au cours de la journée, on peut observer des variations, dans les proportions de 1 à 3, de ces concentrations. Les caractéristiques chimiques des eaux usées domestiques sont rassemblées au tableau II.3.

**Tableau II.3 : Caractéristiques chimiques des rejets urbains**

Constituant	Type	Concentration
Acides volatils	Formique, acétique, propionique, butyrique et valérique	8.5 à 20 mg/L
Acides solubles non volatils	Glutarique, glycolique, lactique, citrique, benzoïque phényllactique	0.1 à 1 mg/L selon l'acide
Acides gras supérieurs	Pollution, stéarique et oléique	2/3 du contenu en acides gras
Protéines et aminoacides	Au moins 20 types	45 à 50 % de l'azote total
Hydrates de carbone	Glucose, sucrose, lactose, en partie galactose, fructose	/

### **II.2.2. Les eaux industrielles**

Les éléments constitutifs de ces eaux varient d'une industrie à une autre suivant la production, en plus des matières organiques, on y trouve des composés d'azote, de phosphore, et même des composés toxiques et métaux lourds.

### **II.2.3. Les eaux pluviales**

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier en début de pluies orageuses ; du fait :

- de la dissolution des fumées dans l'atmosphère
- du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussières
- du lessivage des zones agricoles traitées (épandage de désherbants et d'engrais, écoulements des purins dans les fermes).

Les pollutions présentes dans les eaux peuvent être de matières organiques biodégradables ou non, de matières minérales dissoutes ou en suspension ou de matières toxiques. [5]

### **II.3. Les différents types de pollution**

#### ***II.3.1. Pollution mécanique***

Elle se produit lorsque des particules se trouvent en suspension dans l'eau, ces matières en suspension ont une réaction nuisible sur les êtres aquatiques, diminuent la transparence du milieu et ralentissent les réactions de photosynthèse.

#### ***II.3.2. Pollution chimique***

Constitué essentiellement par les produits basiques pouvant entraîner la destruction de la faune et de la flore et diminuer la quantité d'oxygène dissout dans l'eau.

#### ***II.3.3. Pollution microbienne***

Celle-ci peut émettre des substances pathogènes et constituent un danger pour la faune et la flore.

La matière organique rejetée constitue une nourriture pour les bactéries, celles-ci la dégrade et la transforme en matière minérales telles que : nitrates, sulfates, phosphates, CO<sub>2</sub>... etc., qui entrent dans d'autres cycles biologiques (cycle de l'azote, du carbone) qui sont à la base du développement des végétaux.

#### ***II.3.4. Pollution organique***

Elle est engendrée par le développement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaire provenant des industries textiles, papeteries, industries de bois, de raffinerie et d'abattoirs.

Ces matières organiques qui se présentent aussi bien en suspension (particules solides) qu'en solution dans l'eau sont appelées à devenir des polluants lorsqu'elles sont déversées en quantités massives ou de façon répétée dans les espaces limités.

Les matières organiques peuvent être biodégradables c'est-à-dire susceptibles d'être détruites par autoépuration grâce aux micro-organismes présents dans l'eau qui se nourrissent de cette pollution, mais entraînent en contre partie une consommation importante d'oxygène dissous. D'autres matières organiques peuvent être non biodégradables.

***II.3.5. Pollution radioactive***

La radioactivité libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (certaines eaux d'origine profonde), ou d'une contamination liée à des retombées atmosphériques (exploitations nucléaires), des champs de rayonnements d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets des installations des centrales nucléaires.

Les dommages causés par l'accumulation accidentelle de radioéléments dans l'organisme se présentent sous forme de lésions biologiques (irradiation, brûlures, cancer...) et par des répercussions d'ordre génétique grave, en particulier les malformations congénitales parmi la descendance.

***II.3.6. Pollution thermique***

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermiques ou nucléaires en particulier. Ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous de l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune.

***II.3.7. Pollution agricole***

Elle est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et des pesticides.

***II.3.8. Pollution par les hydrocarbures***

Les hydrocarbures sont divisés en deux groupes de substances :

- Les composés organiques volatiles (C.O.V) sont représentés surtout par les alcènes, les benzènes, le toluène. Ce sont des produits qui peuvent être déversés accidentellement dans le milieu naturel (par exemple par les fissures des réservoirs de stockage, enfoui en sous sols) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (H.A.P), tels que le benzol pyrène, le benzol (k) fluorathène.



## **II.4. Les paramètres de la pollution**

Les paramètres de la pollution des eaux usées se présentent sous deux formes principales : physiques et chimiques.

### ***II.4.1. Paramètres physiques***

- **Turbidité**

La turbidité est représentative de la transparence d'une eau. Cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau (limons, argiles, micro-organismes...). Elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales organique ou minérales.

- **Couleur et odeur**

La couleur est en général grisâtre. Cela est dû à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales ou par des composés chimiques solubles qui sont colorés. Une couleur noire indique une décomposition partielle; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle.

L'odeur est due à une fermentation des matières organiques et l'eau dégage une odeur nauséabonde.

- **Température**

La température est un paramètre important, elle peut influencer certaines étapes de traitement en diminuant la solubilité des sels et gaz par son augmentation, et en diminuant le taux de reproduction des micro-organismes par son abaissement. Elle varie selon les saisons.

- **Matières en suspension (MES)**

Se sont les particules plus au moins grosses présentes dans les eaux usées, d'origine organique ou minérale et exprimées en mg/L ; déterminées soit par centrifugation ou par filtration et séchage à une température de 105 °C, en suite pesées.

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Ces matières sédimentent rapidement à l'aval du point de rejet et sont la source d'envasement temporaires ou permanent susceptible de modifier les profils hydrauliques.

Il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées ni colloïdales, elles comportent des matières organiques (MVS), des matières minérales (MMS) et matières décantables (MD) et non décantables (MND).

- **Matières volatiles en suspension (MVS)**

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ 70 à 80% des MES pour les eaux domestiques, déterminées par calcination à 550 °C pendant 02 heures des résidus des MES asséchées à 105 °C.

- **Matières minérales (MMS) :** c'est la différence entre les matières en suspension et les matières volatiles, elles représentent le résidu de la calcination et correspondent à la présence de sel Silice...etc.

- **Matières décantables (MD)**

C'est la fraction de la matière en suspension qui sédimente pendant 2 heures.

- **Les matières grasses (MG)**

Les matières grasses participent à la constitution de la charge DBO<sub>5</sub>, elles ont tendance à enrober les parois des canalisations d'évacuation, elles provoquent une attaque du béton par formation d'acide gras, elles peuvent occasionner des obstructions dans les égouts et rendent plus difficile l'exploitation des stations d'épuration des eaux.

Les eaux résiduaires industrielles contiennent des quantités élevées de graisses et d'huiles, qui peuvent par formation de films ou de couches superficielles, empêcher l'air dans l'eau de mer et occasionner la mort des microorganismes.

- **Matières colloïdales**

Ce sont des éléments présents dans l'eau, sous un état intermédiaire, entre un état dissous et un état solide. Il s'agit de très petites particules solides invisibles à l'œil nu, dotées à leurs surfaces d'une charge électrique négative qui se repoussent les unes contre les autres les maintenant en suspension et déterminent ainsi la turbidité.

#### **II.4.2. Paramètres chimiques**

- **Demande biochimique en oxygène (DBO)**

C'est la quantité d'oxygène (O<sub>2</sub>) exprimée en (mg/L), nécessaire pour oxyder les matières organiques dans l'eau usée par micro-organismes qui y vivent en 21 jours à 20 °C et à l'obscurité (pour la dégradation des matières organiques présents dans l'eau résiduaire). C'est ce

que l'on nomme la DBO ultime ou  $DBO_{21}$ , il est fréquent dans le traitement des eaux usées de procéder à l'incubation durant cinq jours, nommée  $DBO_5$ .

Cet important paramètre nous fournit par ailleurs des indications sur le temps, qu'il sera nécessaire de prévoir pour l'épuration biologique et sur les quantités d'air à employer. Pratiquement, nous mesurons la consommation d'oxygène dissous ( $O_2$ ) des microorganismes pendant cinq (05) jours.

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

La demande chimique en oxygène traduit la quantité de l'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques et inorganiques contenues dans l'eau usée. La mesure de la DCO se fait avec un oxydant énergique comme le bichromate de potassium en milieu acide et à 2 heures, il est souvent recommander d'effectuer la mesure de la DCO avant celle de la DBO.

- **Coefficient de biodégradabilité ( $DCO/DBO_5$ ) :**

Le rapport ( $DCO/DBO_5$ ) exprime le degré de biodégradabilité K de l'eau usée et nous renseigne donc sur le type de traitement à adopter, tel que si :

- $K=1$  : Pollution totalement biodégradable ;
- $1 < K < 1,6$  : Epuration biologique très possible ;
- $1,6 < K < 3,2$  : Traitement biologique associé à un traitement physico-chimique (effluent urbain);
- $K > 3,2$  : Traitement biologique impossible (il est probable que l'effluent contient des eaux industrielles en forte quantité).

- **Le pH**

Le pH traduit la concentration des ions  $H_3O^+$  présent dans l'effluent. Les micros organismes ne tolèrent qu'une gamme de pH :

- $5 < pH < 9$  : dans un milieu aérobie ;
- $6,8 < pH < 8$  : dans un milieu anaérobie ;
- Le pH des eaux usées généralement entre 6,5 et 8,5 ;
- L'épuration biologique est possible entre  $pH = 6,5$  et  $pH = 8,5$ .

- **Nutriments (Azote et phosphore)**

Ils représentent les éléments chimiques tels que l'azote et le phosphore, d'une part constituant essentiel de la matière vivante (reproduction des micro-organismes), d'autre part leur présence

est capitale pour une oxydation biologique ; par conséquent la connaissance des qualités des nutriments contenue dans l'eau usée est indispensable.

Le phosphore présent dans les eaux usées sous forme de sels minéraux (ortho phosphate  $\text{H}_3\text{PO}_4$  et poly phosphates  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) provenant surtout des poudres à lessive, et sous forme organique provenant des matières fécales. L'azote est présent dans les eaux usées sous formes (Nitrate, Nitrite et Ammoniac). Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les grosses canalisations et les eaux des lacs (phénomène d'eutrophisation). [6]

## II.5. Les normes de rejet

Dans le cadre de la protection de l'environnement, du milieu récepteur et de la santé publique, les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) imposent des normes de rejet dont les valeurs des principaux paramètres de pollution sont portées sur le tableau suivant.

**Tableau II.4: Normes de rejet [7]**

Paramètre		Unité	Concentration maximale admissible
Physique	pH	/	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/L	30
Chimique	DBO <sub>5</sub>	mg/L	30
	DCO	mg/L	90
	Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )	mg/L	10
	Azote total	mg/L	50
	Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )	meq/L	8.5
Eléments toxiques	Aluminium	mg/L	20.0
	Arsenic	mg/L	2.0
	Béryllium	mg/L	0.5
	Bore	mg/L	2.0
	Cadmium	mg/L	0.05

<b>Eléments toxiques</b>	Chrome	mg/L	1.0
	Cobalt	mg/L	5.0
	Cuivre	mg/L	5.0
	Cyanures	mg/L	0.5
	Fluor	mg/L	15.0
	Fer	mg/L	20.0
	Phénols	mg/L	0.002
	Plomb	mg/L	10.0
	Lithium	mg/L	2.5
	Manganèse	mg/L	10.0
	Mercure	mg/L	0.01
	Molybdène	mg/L	0.05
	Nickel	mg/L	2.0
	Sélénium	mg/L	0.02
	Vanadium	mg/L	1.0
	Zinc	mg/L	10.0

## II.6. Notion d'équivalent-habitant (EH)

Un équivalent-habitant correspond à la *pollution quotidienne* que génère un individu. Chacun est censé utiliser 180 à 300 L par jour.

La quantité de pollution journalière produite par individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA) et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration en germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 mL.

La norme (européenne) fixe l'équivalent-habitant (EH) à une production journalière de 60 g de la DBO<sub>5</sub>.

A titre indicatif, nous donnons ci-dessous la pollution correspondant à quelques produits alimentaires.

Le sang a une DBO<sub>5</sub> de 30 000 à 40 000 g/m<sup>3</sup> ;

Le petit lait a une DBO<sub>5</sub> de 60 000 à 70 000 g/m<sup>3</sup> ;

Le lait entier a une DBO<sub>5</sub> de plus 100 000 g/m<sup>3</sup>.

(C'est-à-dire qu'un litre de lait jeté à l'évier correspond à peu près à la pollution rejetée par deux habitants en un jour).

Si on mesure en équivalent-habitant la pollution rejetée par certaines activités industrielles, on obtient les chiffres suivants :

1 tonne de papier correspond à 100 à 300 habitants.

1 tonne de peaux traitées en tannerie correspond à 1000 à 4000 habitants.

1 tonne de linge sale correspond à 700 à 2300 habitants.

1 tonne de carcasse à l'abattoir correspond à 300 à 400 habitants.

1000 litres de bière correspondent à 300 à 2000 habitants.

Ces chiffres montrent l'étendu des problèmes posés non seulement par les industries agro-alimentaires, mais aussi par des entreprises artisanales mêmes modestes, branchées sur un réseau d'assainissement. [4]

## **Chapitre III:**

---

### **Les techniques d'épuration des eaux usées**

## **Chapitre III : Les techniques d'épuration des eaux usées**

### **III.1. Introduction**

L'épuration des eaux usées a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs.

Dans une station d'épuration (STEP), l'épuration des eaux passe par différentes étapes ; dont on va les présenter ci-dessous : les prétraitements suivis des traitements physicochimiques, puis les traitements biologiques et enfin les traitements d'affinage. [6]

### **III.2. Les procédés d'épuration des eaux usées urbaines**

Dans les stations d'épuration, les traitements peuvent différer et comporter tout ou parties des traitements détaillés ci-dessous.

#### ***III.2.1. Le prétraitement***

Il se fait dans toutes les stations par une succession de plusieurs procédés physiques. Il vise à éliminer les corps flottants, les sables, les graviers et les corps gras (huiles et graisses), qui pourront poser des problèmes au cours des étapes suivantes, ou causer des dommages aux équipements, s'ils ne sont éliminés.

Il fait généralement intervenir les procédés suivants :

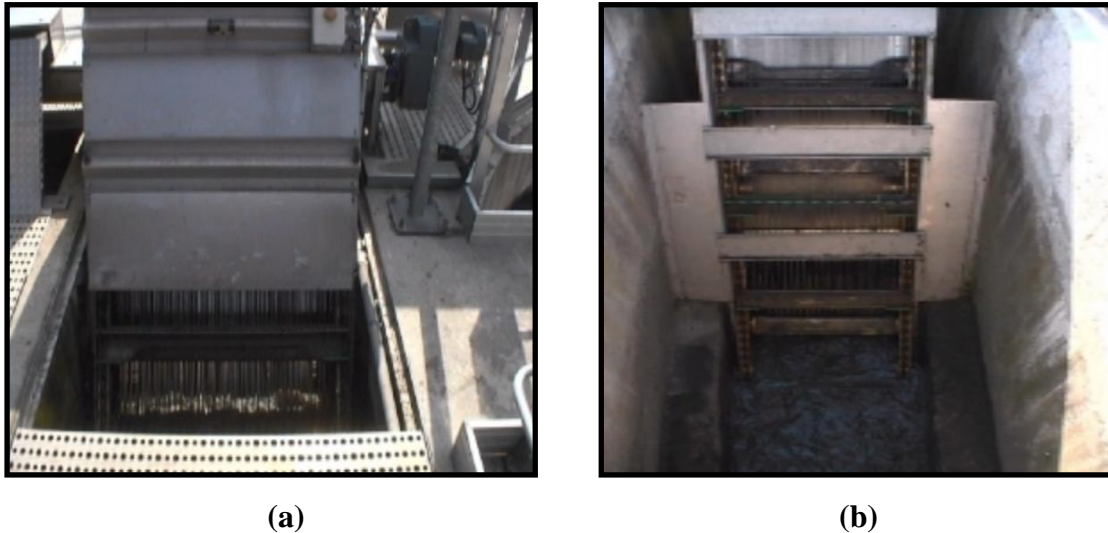
#### **a) Dégrillage**

Permet de débarrasser les eaux usées des déchets les plus volumineux (feuilles, déchets plastiques, etc.). Pour ce faire, les eaux passent à travers une ou plusieurs grilles qui retiendront les éléments les plus grossiers ou refus de dégrillage.

#### **b) Dessablage**

Permet de débarrasser les eaux des sables et des graviers par décantation ; procédé de séparation mécanique durant lequel les matières en suspension les plus lourdes, qui sont contenues dans les eaux, vont tomber vers le fond du bassin, où elles seront collectées puis évacuées.





**Figure III.1: Dégrilleur fin (a) et dégrilleur grossier (b)**

### **c) Déshuilage - dégraissage**

Une grande partie des huiles et des graisses sont éliminées des eaux par flottation. De l'air est injecté dans le bassin, ce qui a pour effet de faire remonter les corps gras à la surface, où ils pourront être récupérés par écumage, puis évacués et traités selon une filière appropriée.

Le dessablage et le déshuilage - dégraissage sont des opérations qui sont souvent effectuées au niveau du même ouvrage.

Après le prétraitement, les eaux sont toujours polluées par les matières en suspension (MES) et des particules dissoutes. Ces éléments polluants seront éliminés au cours des traitements primaires, secondaires et parfois tertiaires selon la qualité des eaux rejetées qui est visée.

### **III.2.2. Le traitement primaire**

Il vise à éliminer la majeure partie des MES, par des procédés physiques (décantation) ou physico-chimique (floculation, coagulation : se fait par ajout d'une substance ou réactif dans l'eau avec une agitation appropriée, qui permet de rassembler les fines particules : les colloïdes pour former de floccs qui peuvent décanter plus facilement vers le fond du bassin). Les MES récupérées dans le fond du bassin constituent les résidus du traitement primaire ou « boues primaires ». Cette phase permet d'éliminer, selon les procédés utilisés entre 30 et 90 % des MES mais elle ne suffit pas à produire une eau qui peut être rejetée en état dans le milieu naturel.

Les boues décantées sont reprises par des racleurs de fond, parfois munis de pompes suceuses. Ils comprennent toujours un racleur de surface pour l'évacuation des matières flottantes (décanteur circulaire raclé et décanteur horizontal raclé à pont roulant).

**III.2.3. Le traitement secondaire**

Il vise à éliminer les matières dissoutes dans l'eau (comme les matières organiques). Il peut se faire par voie biologique ou plus rarement par voie physico-chimique. Les traitements biologiques font appel à l'activité de microorganismes (bactéries) qui dégradent naturellement les matières organiques dissoutes.

A l'issue de cette phase de traitement secondaire, les effluents sont transportés dans un clarificateur (décanteur secondaire) où les eaux et les boues secondaires qui constituent les résidus du traitement secondaire seront séparées par décantation. Les boues secondaires suivront une filière de traitement appropriée (épaississement, déshydratation, lits de séchage ...).

**III.2.4. Le traitement tertiaire**

Ce traitement est un procédé complémentaire qui est mis en œuvre quand les milieux récepteurs exigent une qualité de rejet supérieure. Il vise à éliminer le phosphore, l'azote ou encore à désinfecter l'eau; c'est un traitement de finition.

**III.3. Les traitements biologiques****III.3.1. Les boues activées**

Lors du procédé à boues activées exploité en continu, la dégradation de la pollution organique et, le cas échéant, la nitrification/dénitrification s'effectuent par l'intermédiaire de micro-organismes suspendus. L'oxygène nécessaire est fourni à l'aide d'un équipement technique d'aération. Le bassin d'aération forme une unité technique avec le décanteur secondaire où la boue activée est séparée de l'eau usée. La boue est, en majeure partie, recyclée dans le système ; la boue en excès est évacuée. [3]

**a) Principe**

Quatre principales utilisations spécifiques du procédé à boues activées :

- Élimination de la pollution carbonée (matières organiques)
- Élimination de la pollution azotée
- Élimination biologique du phosphore
- Stabilisation des boues : procédé dit d'aération prolongée ou digestion aérobie.

### b) Éléments d'une station à boues activées

Un procédé à boues activées visant à éliminer les matières organiques (pollution carbonée, parfois azotée et/ou phosphorée) comprend les éléments suivants :

#### \* Bassin d'aération

Une à quatre phases est (sont) réalisée(s) dans ce bassin, selon le type et le niveau de traitement souhaité :

- Dans tous les cas, un bassin avec apport d'air (turbine ou diffusion de micro bulles) de manière à obtenir une teneur en oxygène dissous suffisante pour l'activité biologique, afin de permettre l'élimination du carbone et, si besoin, la nitrification des composés azotés.
- Dans le cas du traitement de l'azote, une ou deux étapes anoxiques permettant de dénitrifier les composés azotés.
- Dans le cas du traitement du phosphore par voie biologique, une étape anaérobie (généralement en amont de tous les autres bassins).
- Dans le cas du traitement de l'azote, une recirculation des boues mixtes du bassin aéré vers le premier bassin anoxique.

#### \* Bassin de décantation secondaire (Clarificateur)

L'eau épurée est évacuée par surverse dans le milieu naturel (sauf traitement tertiaire). Les boues quant à elles, produites dans ce bassin, décantent naturellement et sont renvoyées en plus grande partie vers le bassin d'aération (recirculation), la partie excédentaire est dirigée vers un circuit de déshydratation ou un stockage spécifique.

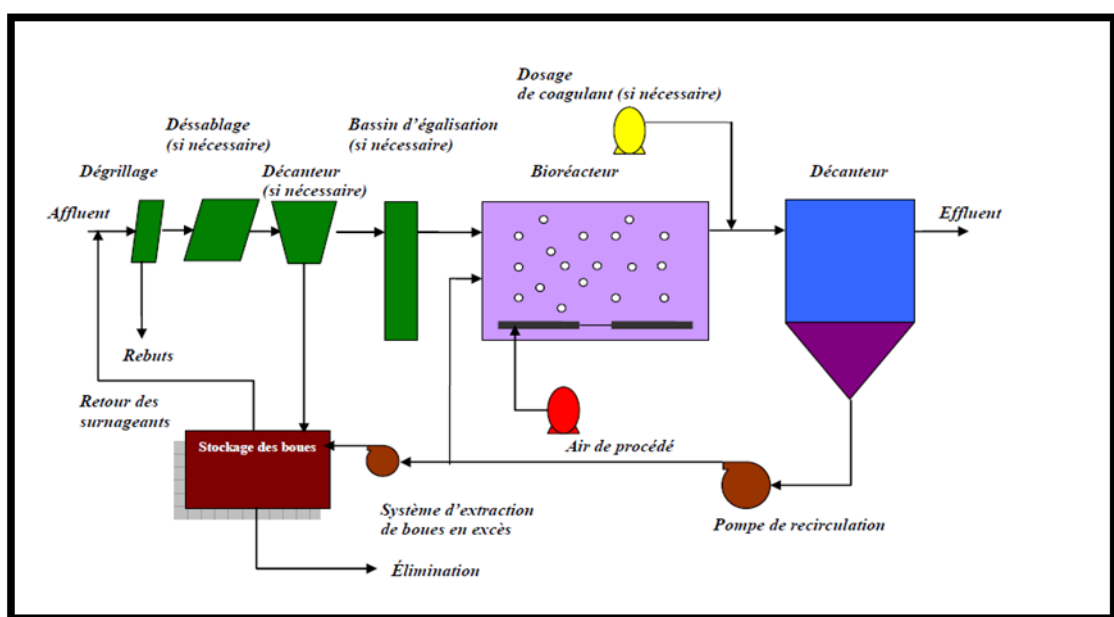


Figure III.2: Schéma de principe de l'épuration par boues activées

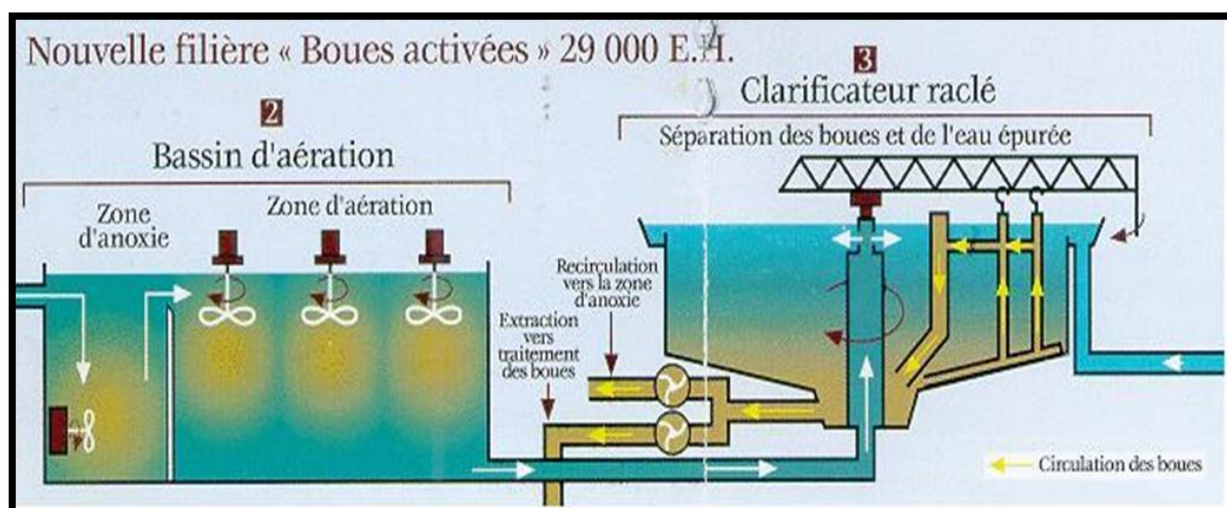


Figure III.3: Principe de l'épuration par boues activées

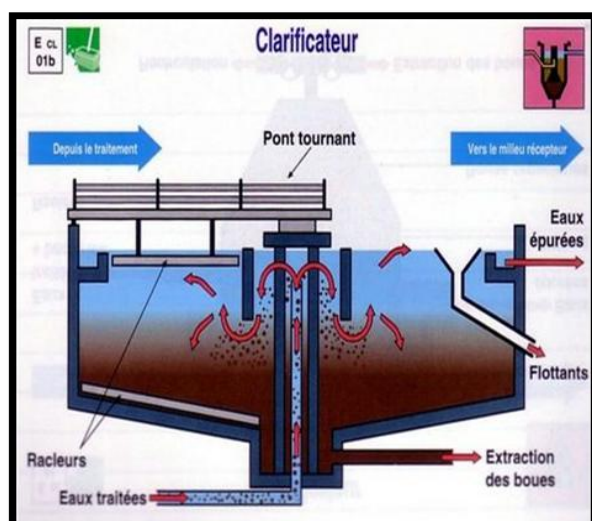


Figure III.4: Clarificateur



Figure III.5. Bassin d'aération

**c) Avantages et inconvénients du procédé**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites)</li> <li>- Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO<sub>5</sub>, N par nitrification et dénitrification)</li> <li>- Adapté pour la protection des milieux récepteurs sensibles</li> <li>- Boues légèrement stabilisées</li> <li>- Facilité de mise en œuvre d'une déphosphoration simultanée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûts d'investissement assez importants</li> <li>- Consommation énergétique importante</li> <li>- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière</li> <li>- Sensibilité aux surcharges hydrauliques</li> <li>- Décantation des boues pas toujours aisée à maîtriser</li> <li>- Forte production de boues qu'il faut concentrer.</li> </ul>

**III.3.2. Les lits bactériens**

Le procédé à lit bactérien consiste à faire ruisseler l'eau usée sur un matériau de remplissage. Des micro-organismes se fixent sur la surface du matériau et forment un film biologique (gazon biologique). L'oxygène nécessaire pour les processus de dégradation aérobie, est fourni normalement par la circulation de l'air au-dessus des parties creuses du matériau de remplissage. Comme matériau de remplissage, on utilise de la lave concassée (90 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) ou des éléments en plastique (100 - 200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>). Le choix du matériau de remplissage peut influencer l'exploitation de manière décisive. Les lits bactériens remplis de lave montrent le meilleur rendement d'épuration. [7]

**a) Principe de fonctionnement**

L'épuration biologique des eaux usées a lieu sur le matériau de remplissage du lit bactérien. Sur celui-ci, les bactéries nécessaires à l'épuration des eaux usées se fixent et prolifèrent (film biologique).

Comme support on utilise des pierres rondes (boulets, galets), de la lave concassée, de l'argile expansée ou des éléments en plastique. Le lit bactérien est alimenté par les eaux usées issues du



traitement primaire au moyen d'un dispositif d'arrosage (rigole de distribution, gouttière basculante, sprinkler). Les eaux usées ruissellent à travers le matériau de remplissage jusqu'au fond de la cuve, puis s'écoulent dans la décantation secondaire.

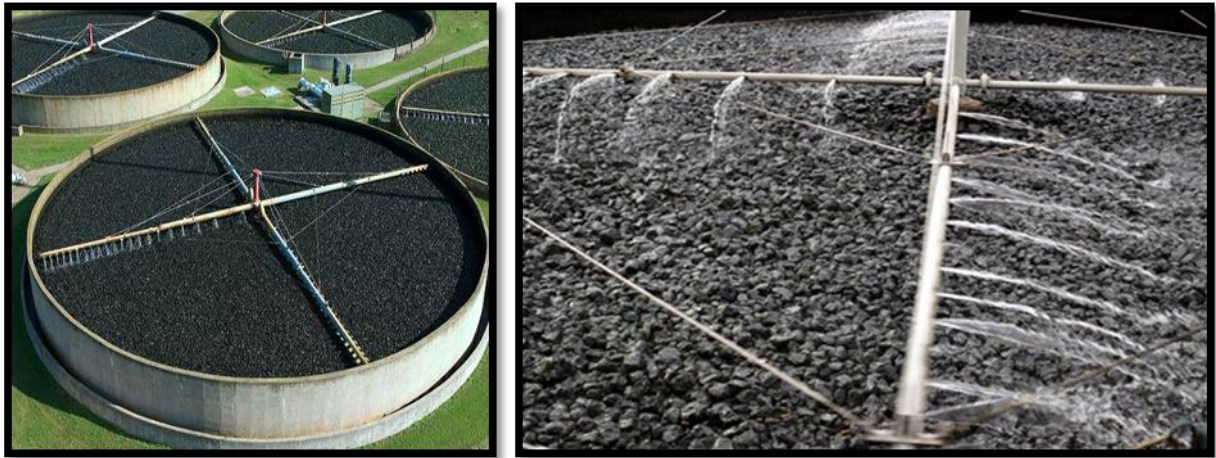


Figure III.6. Lit bactérien

#### b) Composants importants

Il est important de maintenir un approvisionnement constant en eaux usées du film biologique sur le support du lit bactérien. Le matériau de remplissage ne doit jamais être complètement sec. De plus, une bonne circulation d'air dans le lit bactérien doit être garantie, afin que les bactéries soient suffisamment alimentées en oxygène. Cette alimentation en air peut s'effectuer soit naturellement grâce à l'ouverture de sortie et à des ouvertures supplémentaires dans la partie inférieure du lit, soit par un système d'aération artificiel (pour les lits bactériens enterrés). L'évacuation de l'air du lit bactérien est garantie au moyen d'un couvercle perforé.

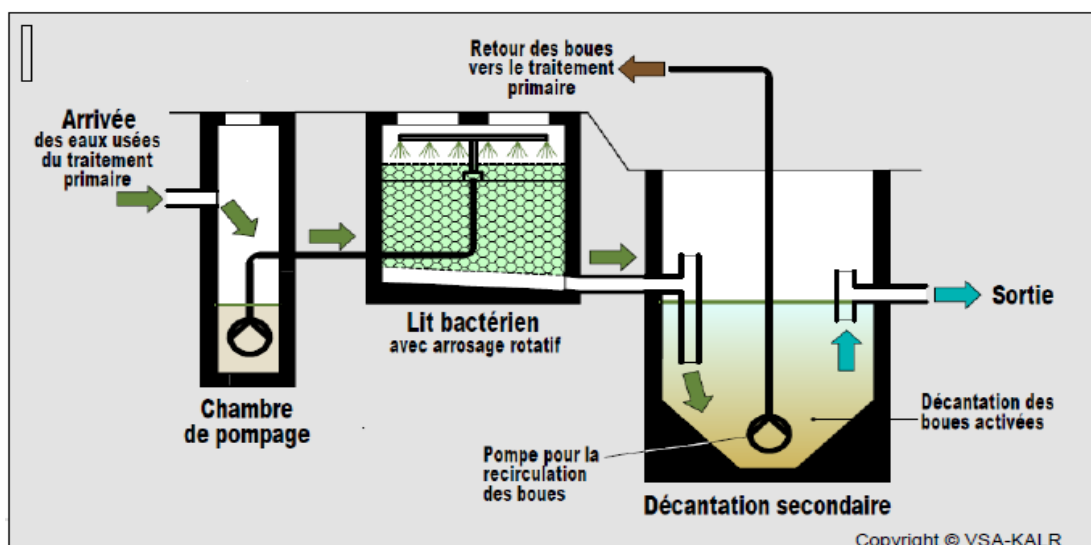


Figure III.7: Schéma d'installation à lit bactérien

**c) Avantages et inconvénients du procédé**

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées</li> <li>- Supporte les chocs toxiques</li> <li>- Excellente élimination de la pollution microbiologique</li> <li>- Economie d'énergie et exploitation facile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilité au colmatage</li> <li>- Ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés</li> <li>- Source de développement des insectes</li> <li>- Sensible aux apports de graisses et de matières en suspension, ce exige une décantation primaire.</li> </ul>

**III.3.3. Les disques biologiques**

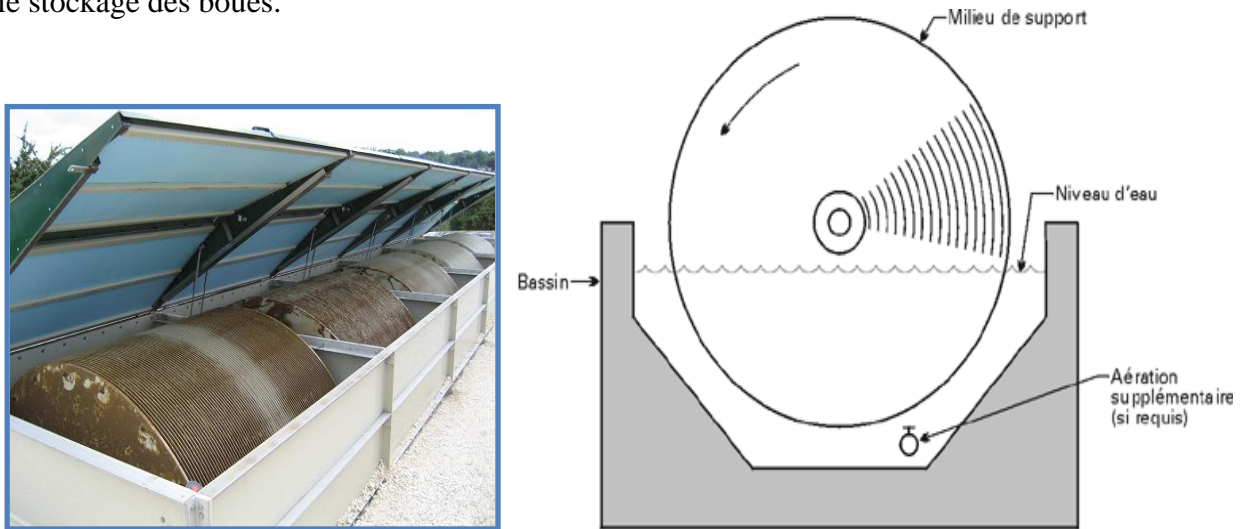
Les disques biologiques ou bio-disques sont une filière de traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Ce procédé a été pratiquement abandonné en France (à partir de 1975), car il a connu de nombreuses défaillances mécaniques et un sous-dimensionnement chronique. Par contre, ce procédé épuratoire a continué d'évoluer dans d'autres pays et bénéficie actuellement d'une robustesse et d'une fiabilité du matériel mécanique.

**a) Principe d'épuration**

Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation lequel assure à la fois le mélange et l'aération. Lors de la phase immergée, la biomasse absorbe la matière organique qu'elle dégrade par fermentation aérobie grâce à l'oxygène atmosphérique. Dès qu'il dépasse une épaisseur de quelques millimètres, le bio film (les boues) en excès se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont automatiquement renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées (filière classique).

La qualité de l'eau épurée est directement liée à la charge polluante appliquée par unité de temps et de surface mouillée des disques. Le clarificateur peut être remplacé par une lagune de finition (tout comme le décanteur-digester par une lagune de décantation) et plus récemment, par des lits plantés de roseaux. Dans cette dernière configuration, il n'y a pas de décanteur-digester et

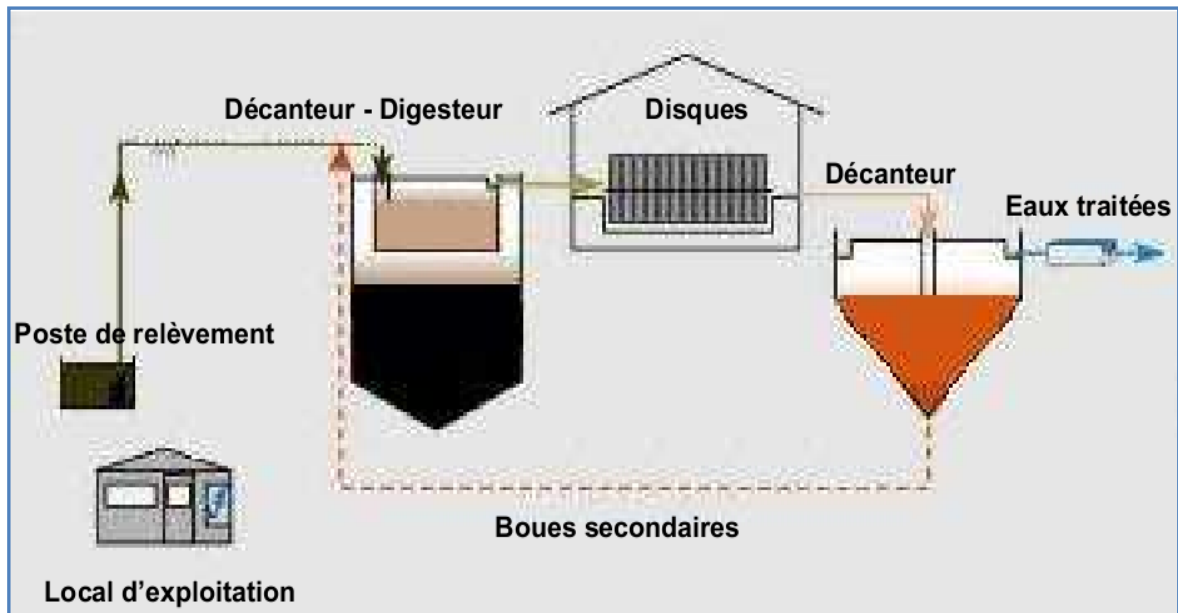
les lits plantés assurent à la fois la séparation entre les boues et l'eau épurée, la déshydratation et le stockage des boues.



**Figure III.8: Disque biologique**

### b) Principe de fonctionnement

Le bio-disque consiste en un assemblage de plusieurs disques, réalisés en matériau composite, montés et solidement fixés sur un arbre. L'arbre est mis en rotation lente par un motoréducteur, avec une vitesse comprise entre 1 et 6 rotations par minute, selon le diamètre des disques et les caractéristiques de l'effluent à traiter.



**Figure III.9: Schéma de principe d'une filière classique à disques biologiques**



**c) Avantages et inconvénients du procédé**

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consommation électrique faible (1 kWh/kg de DBO<sub>5</sub> éliminé)</li> <li>- Exploitation simple</li> <li>- Boues bien épaissies dans le décanteur - digesteur.</li> <li>- Bonne résistance aux surcharges organiques et hydrauliques passagères</li> <li>- Gestion des boues facilitée dans le cas d'une combinaison avec des lits plantés de roseaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'un personnel ayant des compétences en électromécanique</li> <li>- Abattement limité de l'azote en dimensionnement classique</li> <li>- Sensibilité aux coupures d'électricité prolongées qui entraînent un développement inégal du film biologique entre les parties émergées et immergées (dessiccation de la partie émergée pendant l'arrêt).</li> </ul>

**III.3.4. Le lagunage**

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies impliquant un large éventail de microorganismes (essentiellement des algues et des bactéries). Les mécanismes épuratoires et les microorganismes qui y participent sont fondamentalement les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières.

Le traitement des eaux usées par les procédés de lagunage se caractérise d'abord par sa grande simplicité. Une autre caractéristique importante est son grand pouvoir tampon face aux variations de charges organiques ou hydrauliques, en raison du temps de rétention hydraulique qui est beaucoup plus élevé que dans les autres procédés.

**a) Principe du lagunage**

Le lagunage naturel est le procédé se rapprochant le plus du procédé d'autoépuration naturelle présent dans les rivières. Après prétraitements, les eaux usées transitent par une succession de trois (03) bassins peu profonds. En surface, l'oxygène (O<sub>2</sub>) de l'air permet le développement des microorganismes aérobies (vivant en présence d'oxygène), et la lumière favorise le développement des algues qui enrichissent également le milieu en oxygène grâce au phénomène de photosynthèse. Les matières solides les plus lourdes décantent dans le fond des bassins et sont transformées par des microorganismes anaérobies (vivant en absence d'O<sub>2</sub>).

La microfaune et la flore qui se développent, contribuent à la dégradation de la pollution organique en favorisant la formation de boues minéralisées piégées dans le fond des ouvrages, ce qui nécessite un curage des bassins au bout d'une dizaine d'années environ. La qualité des rejets est conditionnée dans nos régions par les saisons puisque l'ensoleillement impacte le développement des algues et contribue à la destruction des bactéries pathogènes.



Figure III.10: Bassins du lagunage (lagunes)

## b) Les type du lagunage

### 1- Lagunage naturel

Le lagunage naturel est un procédé d'épuration naturelle qui a pour principe d'utiliser la lumière, les algues et les bactéries comme agent épurateur des eaux polluées stockées dans des bassins artificiels pendant plus de 60 jours. Les algues, grâce au phénomène de photosynthèse, apportent l'oxygène nécessaire à l'épuration par les bactéries. C'est la raison pour laquelle les bassins sont peu profonds (1,20 mètres). Le procédé permet d'éliminer les polluants, mais avec un rendement plus faible que les deux autres procédés (70 à 80 % au lieu de 90 %). Il favorise par contre le bon abattement de la pollution bactérienne. Ce procédé demande beaucoup de surface : une station de 1000 habitants par exemple demande plus d'1 hectare de lagune.

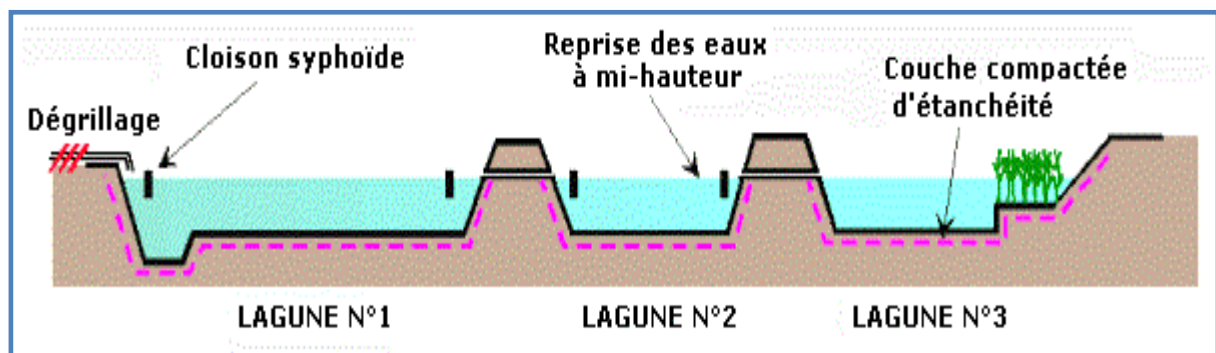
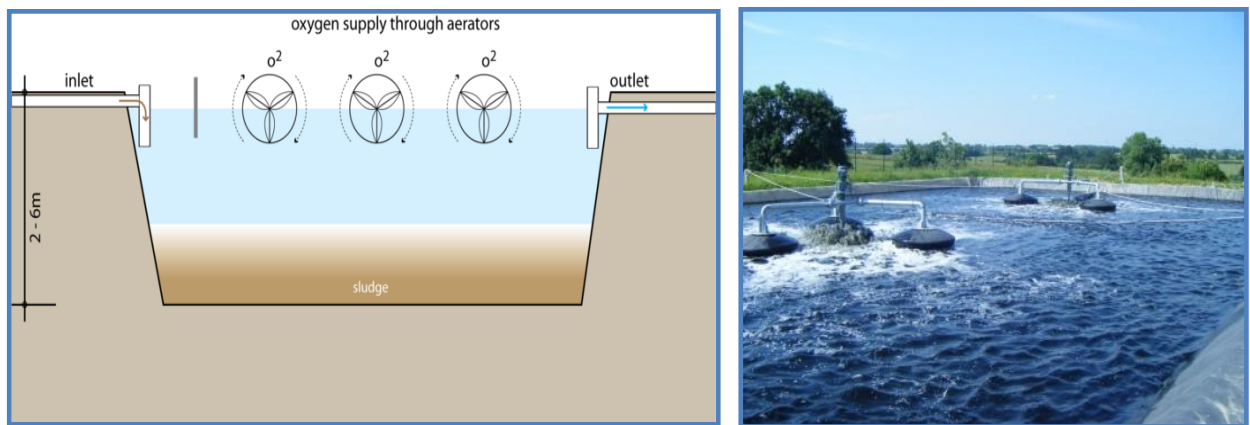


Figure III.11: Schéma de principe d'un lagunage naturel

## 2- Lagunage aéré

Le lagunage aéré est un grand réacteur, aérobique et mélangé. Les aérateurs mécaniques fournissent l'O<sub>2</sub> 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.

Le mélange et l'aération accrus des unités mécaniques signifient que les bassins peuvent être plus profonds et tolérer des charges organiques beaucoup plus élevées qu'un lagunage simple. L'aération accrue favorise une meilleure dégradation organique et élimination des microbes pathogènes. Aussi, parce que l'O<sub>2</sub> est apporté par les unités mécaniques et non pas par la photosynthèse, les bassins peuvent fonctionner dans les climats plus nordiques. Les eaux à traiter devraient être contrôlées et prétraitées pour enlever les ordures et les particules grossières pouvant endommager les aérateurs.



**Figure III.12: Epuration par lagunage aéré**

### c) Avantages et inconvénients du Lagunage [7]

Filière	Avantages	Inconvénients
<b>Lagunage aéré</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolérant à la variation de charges hydrauliques et/ou organiques importantes</li> <li>-Tolérant aux effluents très concentrés</li> <li>- Tolérant aux effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées).</li> <li>- Traitement conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables.</li> <li>- Bonne intégration paysagère.</li> <li>- Boues stabilisées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres.</li> <li>-Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé.</li> <li>-Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération.</li> <li>-Forte consommation énergétique.</li> </ul>

Filière	Avantages	Inconvénients
<b>Lagunage naturel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un apport d'énergie n'est pas nécessaire si le dénivelé est favorable.</li> <li>- L'exploitation reste légère mais, si le curage global n'est pas réalisé à temps, les performances de la lagune chutent très sensiblement.</li> <li>- Elimine une grande partie des nutriments: phosphore et azote (en été).</li> <li>- Faibles rejets et bonne élimination des germes pathogènes en été.</li> <li>- S'adapte bien aux fortes variations de charge hydraulique.</li> <li>- Pas de construction "en dur", génie civil simple.</li> <li>- Bonne intégration paysagère.</li> <li>- Bon outil pour l'initiation à la nature.</li> <li>- Absence de nuisance sonore.</li> <li>- Les boues de curage sont bien stabilisées sauf celles présentes en tête du premier bassin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte emprise au sol (10 à 15m<sup>2</sup> /EH).</li> <li>- Coût d'investissement très dépendant de la nature du sous-sol. Dans un terrain sableux ou instable, il est préférable de ne pas se tourner vers ce type de lagune.</li> <li>- Performances moindres que les procédés intensifs sur la matière organique. Cependant, le rejet de matière organique s'effectue sous forme d'algues, ce qui est moins néfaste qu'une matière organique dissoute pour l'oxygénation du milieu en aval.</li> <li>- Qualité du rejet variable selon les saisons</li> <li>- La maîtrise de l'équilibre biologique et des processus épuratoires reste limitée.</li> </ul>

### III.4. Traitement des boues

Les procédés de traitement biologique ou physico-chimique entraînent la production de boues.

**Les boues** des effluents liquides fortement chargés en matières solides (avec des concentrations en solide de l'ordre de 1 à 10 %, soit 10 à 100 g/L). Le traitement des boues est un problème additionnel à celui du traitement de l'eau.

Selon le type de traitement des eaux usées, une station d'épuration peut produire, à l'origine, trois grandes catégories de boues :

- Boues de traitement primaire
- Boues de traitement physico-chimique
- Boues de traitement biologique

***III.4.1. Boues de traitement primaire***

Elles sont produites par une simple décantation des matières en suspension (MES) contenues dans les eaux usées. 70 % des MES peuvent ainsi être retenues. Avec l'évolution de la conception des stations, ce type de boues est en train de diminuer.

***III.4.2. Boues de traitement physico-chimique***

Variante du type précédent, les matières organiques particulières ou colloïdales contenues dans les eaux usées sont agglomérées par addition d'un réactif coagulant (sels de fer ou d'aluminium). 90 % des MES peuvent ainsi être captées. Séparées par décantation, les boues obtenues renferment une partie importante de sels minéraux issus des eaux brutes et de l'agent coagulant. Les boues physico-chimiques sont surtout produites dans des stations balnéaires ou touristiques, aux variations de populations très grandes sur une courte période. [8]

***III.4.3. Boues de traitement biologique***

Formées par les résidus de bactéries "cultivées" dans les ouvrages d'épuration. Ces bactéries se sont nourries des matières organiques contenues dans les eaux usées et les ont digérées. Pour maintenir l'activité biologique de la station à un bon niveau, une partie de la masse des bactéries ou "biomasse en excès" doit être prélevée soutirée régulièrement, entretenant ainsi la dynamique de reproduction bactérienne.

***III.4.4. Filières de traitement des boues***

Quel que soit le mode d'épuration des eaux usées, les boues sont initialement constituées d'eau (99 %), de matière organique fraîche, très fermentescible, et de matières minérales dissoutes ou insolubles. On trouve généralement les filières suivantes pour le traitement de ces boues.

- Épaississement
- Stabilisation ou digestion (bloquer les fermentations)
- Conditionnement et Déshydratation
- Séchage
- Incinération ou disposition

Selon l'utilisation qui doit en être faite, des traitements complémentaires leurs sont appliqués :

- pour réduire leur teneur en eau : du simple épaississement par gravité en passant par une déshydratation partielle (moins de 80 % d'eau), jusqu'à un séchage presque total (5 à 10 % d'eau),

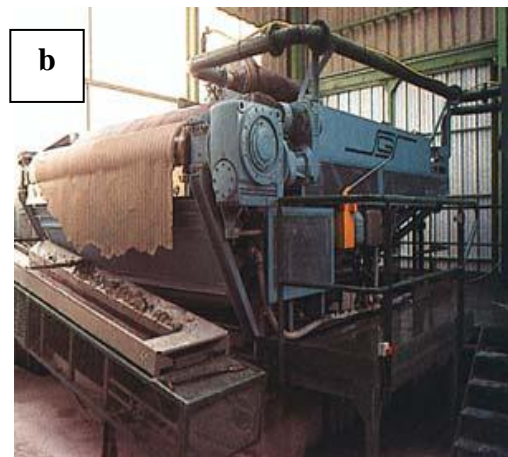
- pour stabiliser la matière organique, en diminuant sa fermentescibilité pour réduire ou même supprimer les mauvaises odeurs.
- pour les hygiéniser, si nécessaire, en détruisant les micro-organismes pathogènes.

On produit ainsi toute une gamme de boues aux propriétés diverses : boues épaissies, déshydratées, séchées, digérées, chaulées, compostées, etc. Ces traitements influencent directement les propriétés fertilisantes des boues. [8]

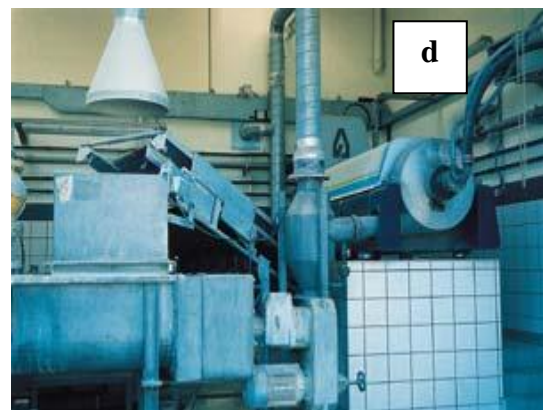
***Épaississement des boues*** par une table d'égouttage, installée au sommet d'un silo (Fig. III.13.a).

On obtient des boues liquides épaissies (5 à 7 % M.S).

***Déshydratation des boues*** par filtre à bande (Fig. III.13.b). Siccité entre 16 et 22 %.



***Déshydratation des boues*** par centrifugation (Fig. III.13.c).



***Déshydratation des boues*** suivie d'un malaxage à la chaux vive (Fig. III.13.d).

**Figure III.13 : Filières de traitement des boues**

Le chaulage permet une hygiénisation des boues par montée du pH, selon la dose de chaux incorporée.



En conséquence, il est de la plus haute importance de choisir le mode de traitement des boues également en fonction des débouchés agronomiques identifiées dans le secteur géographique proche de la station d'épuration.

Une logique assez similaire prévaut pour les autres voies d'élimination. Si la boue doit être incinérée, mieux vaut qu'elle soit la plus déshydratée et la plus organique possible, la capacité à brûler est alors maximisée. Si la boue doit aller en décharge, sa fermentescibilité doit être réduite et se présenter sous forme déshydratée (30 % de matière sèche au minimum) ; par exemple, les boues pourront être fortement chaulées, ou même incinérées préalablement, pour ne plus avoir à enfouir que des cendres, après conditionnement ultime si nécessaire.

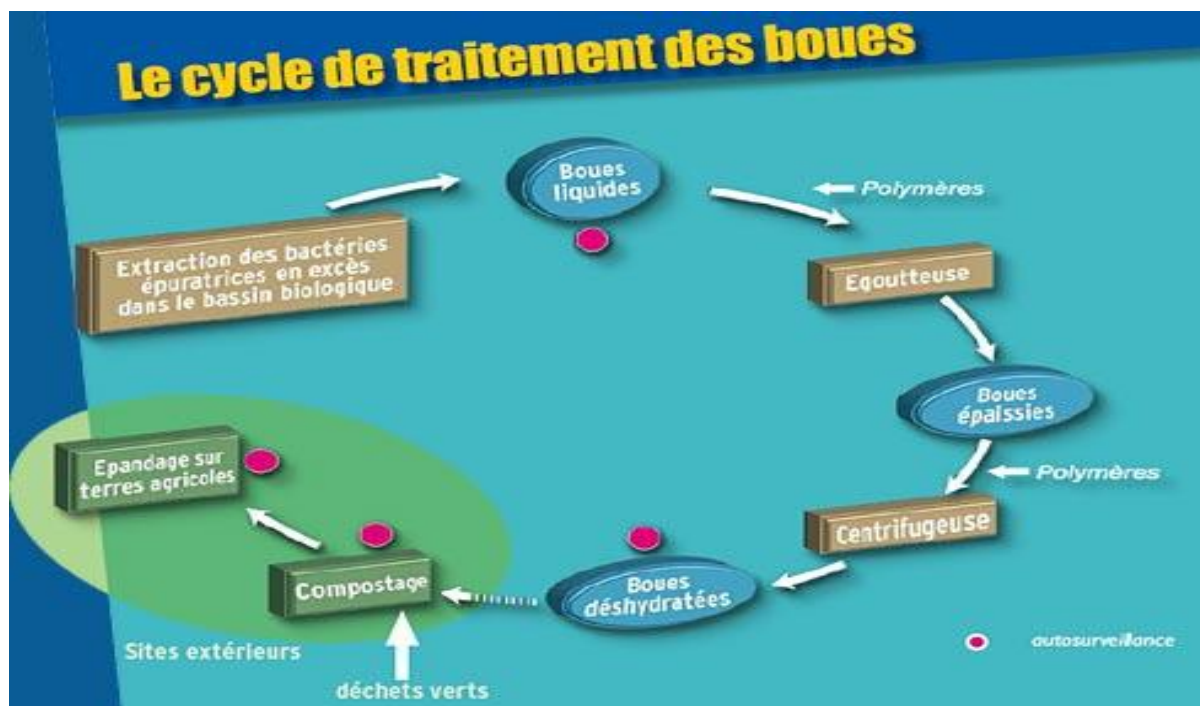


Figure III.14 : Cycle de traitement des boues

### III.5. Conclusion

La technique mise en place et le mode épuratoire qui a été choisi pour la STEP de BBA est l'épuration par boues activées (traitement biologique) avec aération prolongée.

## **Chapitre IV:**

---

### **Présentation de la station et de ses ouvrages**



## Chapitre IV : Présentation de la station et de ses ouvrages

### IV.1. Localisation et présentation de la station

La station d'épuration des eaux usées de B.B.A de type ***boues activée***, avec aération prolongée, est implantée au Sud de la commune à environ 4 km du centre ville de BBA. Elle s'étend sur une superficie de sept (07) hectares et elle a une capacité de 150 000 équivalent-habitants.

Elle a été conçue pour traiter chaque jour 30 000 m<sup>3</sup> d'eaux usées domestiques de cette ville par voie biologique. Elle a été mise en service en Mai 2002. Cette station a un rendement de 96% sur les matières en suspension et de 92% sur les matières organiques.

La filière de traitement adoptée est la suivante.

- Dégrillage grossier.
- Relevage des eaux brutes.
- Dégrillage fin mécanisé et by-pass.
- Dessablage - déshuilage aéré.
- Aération.
- Décantation secondaire.
- Désinfection de l'effluent traité
- Recirculation des boues et pompage des boues en excès.
- Epaissement des boues.
- Déshydratation sur lits de séchage.

### IV.2. Description de la station [9]

#### IV.2.1. Déversoir d'orage

Comme le réseau le d'égout alimentation la station est de type unitaire, il y a lieu, en cas de pluie de limiter le débit vers la station. Le déversoir d'orage est situé au niveau d'un regard de la conduite (DN 1200) d'amenée des eaux brutes.

Il est dimensionné au point de vue de génie civil directement et adapté au stade initial pour 3750 m<sup>3</sup>/h et 5625 m<sup>3</sup>/h au stade final.

La fraction de débit supérieure à ces volumes caractéristiques passe par le déversoir d'orage et n'est donc pas admise à la station d'épuration.

#### **IV.2.2. Poste de relevage**

##### **Description**

Il s'agit d'un ouvrage réalisé en béton armé, dimensionné directement pour le stade final.

Ses principales dimensions sont les suivantes :

- Forme : parallélépipédique ;
- Longueur : 10 m ;
- Largeur : 6 m.

Les eaux admises au traitement sont orientées par une tuyauterie DN 1200 vers la station de pompage. Ces eaux brutes sont dégrillées grossièrement et ensuite, relevées à une cote telle que, le fonctionnement de la STEP (traitement des eaux) est gravitaire depuis les grilles mécanisées jusqu'à la sortie du bassin de chloration et rejet vers l'Oued.

Les pompes équipant cette station de pompage sont du type submersible. Elles refoulent les eaux brutes dans un chenal alimentant l'ouvrage de dégrillage mécanisé.

La liaison entre le déversoir d'orage et la station est une tuyauterie DN 1200 débouchant sur un chenal de grille installé à l'amont immédiat de la station de pompage.

##### **Équipement**

Pompes submersibles.

##### **A – Premier stade**

- Nombre total : 4
- Débit unitaire : 1250 m<sup>3</sup>/h
- Nombre de pompe en réserve : 01
- Débit maximum :  $3 \times 1250 = 3750$  m<sup>3</sup>/h

##### **B – Second stade**

- Nombre total : 3
- Débit unitaire : 937.5 m<sup>3</sup>/h
- Nombre de pompe en réserve : 01

- Débit maximum :  $2 * 937.5 = 1875 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit total utile :  $3750 + 1875 = 5625 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Les choix du débit de ces pompes a été dicté par éléments suivants :

- Débit de pointe du stade final ;
- Débit moyen aux deux stades ;
- Installation de pompes identiques ;
- Limiter le nombre de pompes.

Les limites d'utilisation pratiques de ce type de pompe sont les suivantes :

- Pompage de liquide dont la température peut atteindre  $4 \text{ C}$  ;
- Immersion possible jusqu'à de  $20 \text{ m}$  ;
- Le moteur peut supporter jusqu'à 15 démarrages à l'heure.

#### IV.2.3. Grille grossière manuelle

Le rôle de cette grille est de retenir les objets dont la taille peut nuire au bon fonctionnement des pompes. Exécutée en acier galvanisé. Elle a les caractéristiques suivantes.

- Largeur :  $1500 \text{ mm}$  ;
- Ecartement entre les barreaux :  $50 \text{ mm}$  ;
- Barreaux rectangulaires de :  $10 * 50 \text{ mm}$  ;
- Nombre de barreaux : 25 unités ;
- Inclinaison :  $70^\circ$  ;
- Largeur nette de passage (grille propre):  $25 * 50 = 1250 \text{ mm}$ .
- Vitesse maximum à travers la grille:  $0.8 \text{ à } 9 \text{ m/s}$ .
- Perte de charge à débit max: Kirshmer a établi une relation entre la perte de charge et le coefficient de forme des barreaux et l'angle de d'inclinaison de la grille avec l'horizontal.

$$\Delta H = \beta \cdot [a/e]^{4/3} \cdot \frac{V_{\max}^2}{2g} \cdot \sin \alpha .$$

Avec :

$\Delta H$  : pertes de charge dans la grille ;

$\beta$  : facteur de forme des barreaux (rectangulaire : 2.4)

$a$  : espacement entres les barreaux ( $50 \text{ mm}$ ) ;

**e** : épaisseur des barreaux (10mm) ;

**v<sub>max</sub>** : vitesse maximale d'écoulement entre les barreaux (m/s) ;

**$\alpha$**  : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal (70°).

L'opérateur remonte les refus de grille à l'aide d'un râteau dans un bac d'égouttage installé à la partie supérieure de la grille. Le râteau a des dents dont le profil et l'écartement correspond aux barreaux de la grille. Après égouttage, les refus sont repris par une fourche et déposés dans un conteneur installé sur le palier de travail.

#### **IV.2.4. Dégrillage fin**

Les eaux brutes sont pompées dans un chenal de 1.5 m de largeur aboutissant au poste de dégrillage.

Il y a trois grilles : deux mécanisées et une manuelle.

##### **Caractéristiques de chaque grille fine automatique**

- Largeur 1000 mm ;
- Ecartement entre barreaux : 20 mm ;
- Barreaux : 10\*50 mm ;
- Type : droite incliné ;
- Inclinaison : 75 °.

Il y a deux (02) détecteurs de niveau :

- un pour une alarme générale de niveau trop haut
- un pour le déclenchement exceptionnel des râteaux de grilles.

Les refus de la grille mécanisée sont relevés et rejetés dans un conteneur drainé situé sur le plancher d'accès aux groupes d'entraînement de la grille.

#### **IV.2.5. Grille manuelle de By-pass**

Il s'agit de By-pass de la grille mécanisée, cette grille ne servant qu'en cas de défaillance ou de mise à l'arrêt volontaire de la grille automatique. Exécutée en acier galvanisé, elle a les caractéristiques suivantes :

- Largeur : 1500 mm.
- Barreaux rectangulaires de : 10\*50 mm.
- Inclinaison :  $70^{\circ}$ .
- Ecartement entre barreaux : 30 mm.

#### IV.2.6. Dessablage – Déshuilage

Au poste de dégrillage, fait suite un chenal de 1.5 m de large amenant les eaux dégrillées en tête des eaux du dessableur - déshuileur.

- Nombre d'ouvrages : 2 ;
- Longueur : 18 m ;
- Largeur : 4 m ;
- Surface :  $72 \text{ m}^2$  ;
- Hauteur de la zone de dessablage: 4 m ;
- Volume :  $34.5 \times 6 = 207 \text{ m}^3$  ;
- Pente côte déshuilage :  $53^{\circ}$  ;
- Section transversale :  $11.5 \text{ m}^2$ .

**Evaluation du plan d'eau pour :**

$\Delta h$	Débit
0.213 m	$1 \times 1250 / 2 = 625 \text{ m}^3/\text{sec}$
0.317 m	$2 \times 1250 / 2 = 1250 \text{ m}^3/\text{sec}$
0.442 m	$3 \times 1250 / 2 = 1875 \text{ m}^3/\text{sec}$

**Volume occupé et temps de séjour :**

Débit	Volume	Temps
$0.174 \text{ m}^3/\text{sec}$	$222 \text{ m}^3$	21 minutes
$0.317 \text{ m}^3/\text{sec}$	$229 \text{ m}^3$	12 minutes
$0.521 \text{ m}^3/\text{sec}$	$239 \text{ m}^3$	7.6 minutes

**Vitesse superficielle pour :  $S = 72 \text{ m}^2$**

Débit	$V_s$
0.174 m <sup>3</sup> /s	8.7 m/l
0.317 m <sup>3</sup> /s	17.4 m/l
0.521 m <sup>3</sup> /s	26 m/l

**Quantité de sable recueillie :** 51/EH/an soit pour 150000 EH

- 750 m<sup>3</sup>/an.
- 2 m<sup>3</sup>/jour.

### ***Pont racleur***

Chaque pont racleur a la caractéristique suivante réalisée à partir de profilés d'acier galvanisés et peints. Il est constitué des éléments suivants :

- ✓ Une plate-forme avec caillebotis. Garde-corps et échelle d'accès.
- ✓ Un groupe motoréducteur de 0.37 KW.
- ✓ Deux paires de galets de roulement en Vulkoprin.
- ✓ Une pompe air lift pour la récolte du sable.
- ✓ Un ensemble de fin de cours permettant le mouvement de "Va-et-vient" du pont.
- ✓ Un arrêt d'urgence fixé sur le garde-corps de la passerelle qui lorsqu'on l'actionne arrête les deux ponts et les airs lift.

### ***Ensemble de production et de diffusion d'air***

- ✓ Trois suppresseur Roots produisant chacun 450 m<sup>3</sup>/h sous 4 m.c.e
- ✓ Un ensemble de tuyauterie, vannes, clapets, et accessoires.

La tuyauterie de refoulement d'air et ses accessoires ont les diamètres suivants :

Pour  $Q = 900 \text{ m}^3/\text{h}$                       DN = 200 mm

$Q = 450 \text{ m}^3/\text{h}$                       DN = 125 mm

- ✓ Lyre de protection contre le siphonage du fait que les suppresseurs sont installés sous plan d'eau des dessableurs.
- ✓ Pot de purge de condensation d'eau dans les tuyauteries.

**Evacuation des flottants**

La fourniture de cette pompe comprend :

- La pompe
- 10 m de tuyau souple en deux éléments de 5 m avec raccord rapide ;
- 15 m de câble électrique souple et une fiche étanche.

**Tableau de commande locale**

Un tableau de commande locale situé au niveau de ces ouvrages permet la commande locale des équipements électromécanique précités.

- Grille
- Suppresseur
- Départ vers les deux ponts roulants

**IV.2.7. Bassin d'aération**

Il y a deux unités identiques ayant les dimensions suivantes :

Longueur	66 m
Largeur	44 m
Hauteur d'eau	4.50 m
Volume unitaire	13068 m <sup>3</sup>
Volume total	26136 m <sup>3</sup>
Charge polluante à traiter	9000 kg DBO <sub>5</sub> /j
Débit journalier	30000 m <sup>3</sup> /j

**Caractéristiques du process de l'installation**

- Temps de séjour hydraulique : 21 heures ;
- Concentration en boues : 5 g/l ;
- Charge volumique moyenne :  $9000/26136$       0.34 kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/j.
- Charge massique moyenne : 0.34/5      0.07 kg DBO<sub>5</sub>/kgMVS/j

**IV.2.7. Décanteur secondaire**

Il y a deux unités identiques ayant les dimensions suivantes :

<b>DN</b>	<b>45 m</b>
Hauteur en périphérie	3 m
Pente de fond	1/10
Pente de la poche à boue	1/1
Hauteur d'eau au centre	5.40 m (total)
Surface (hors goulotte)	1452.2 m <sup>2</sup>
Volume utile	5800 m <sup>3</sup> (environ)
Longueur de déversoir	135 m

En fonctionnement normal, chaque décanteur secondaire reçoit  $Q/2$  qui est égal aux valeurs suivantes en fonction du nombre de pompes de tête en fonctionnement.

<b>Nombre pompes</b>	<b>Q<sub>total</sub></b>	<b>Q/2</b>
1	1250 m <sup>3</sup> /h	625 m <sup>3</sup> /h
2	2500 m <sup>3</sup> /h	1 250 m <sup>3</sup> /h
3	3750 m <sup>3</sup> /h	1 875 m <sup>3</sup> /h

*Paramètres caractéristiques en fonction du débit et par décanteur :*

<b>Débit</b> <b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Charge superficielle</b> <b>(m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h)</b>	<b>Temps de séjour</b> <b>(h)</b>	<b>Charge au débordement</b> <b>(m<sup>3</sup>/m/h)</b>
625	0.43	9.2	4.6
1250	0.186	4.6	9.2
1875	1.29	3.1	13.9

On trouvera ci-après les valeurs typiques de référence pour ces trois paramètres :



- Charge superficielle : comprise entre 1.67 et 1.33 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h pour les débits moyens et 1.67 à 2 pour les débits de pointe.
- Charge de débordement jusque 15.63 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.

Le dimensionnement est donc satisfaisant.

#### IV.2.8. Epaisseur

Il s'agit d'un ouvrage de forme circulaire exécuté en béton armé et dimensionné directement pour le stade final.

En ce qui concerne la vérification « process » de cet ouvrage pour le stade final, nous avons considéré que la quantité de boues qu'il recouvre est celle déterminée ci-avant (4.10) : 600 kg/j multiplié par 1.5 correspondant à l'accroissement de capacité de la station 150000 EH\*1.5 = 225000 EH soit 6300\*1.5 = 9450 kg/j.

Les dimensions de cet ouvrage sont les suivantes :

<b>Diamètre nominal</b>	<b>16 m</b>
Hauteur en périphérie	4 m
Pente du fond	1/7
Volume (environ)	810 m <sup>3</sup>
Surface du radier	201 m <sup>2</sup>

#### Paramètres de process de l'installation

<b>Quantités de boues (kg/j)</b>	<b>Concentration (g/L)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>Temps de séjour (j)</b>	<b>Charge (kg/m<sup>2</sup>/j)</b>
6300	40	157.5	5.1	31
9450	40	236.2	3.4	47

Les valeurs de référence en la matière sont pour ce type de boues :

Charge au radier : 25 à 60 kg MS/m<sup>2</sup>/j.

***IV.2.9. Lits de séchage***

Il y a dix-huit lits de séchage ayant chacun une surface utile de 15\*30 m soit environ 450 m<sup>2</sup>.

La superficie totale de séchage est de  $450 \times 18 = 8100 \text{ m}^2$ .

Ce qui correspond à une ration de  $(150000 \text{ EH}) / (8100 \text{ m}^2) = 18.5 \text{ EH/ m}^2$ .

***IV.2.10. Vis de recirculation***

Il y a quatre vis de recirculation au débit unitaire nominal de 500 m<sup>3</sup>/h, elles remontent les boues à une hauteur telle que, leur retour vers le bassin d'aération via un chenal puisse se faire gravitairement. Chacune des vis peut être isolée au moyen de vanne batardeaux, en vu de l'entretien au palier intérieur.

Le débit total de recirculation est de 2000 m<sup>3</sup>/h soit 48000 m<sup>3</sup>/j (160 % de Q<sub>journalier</sub>).

## **Chapitre V:**

---

### **Etude des performances de la station**

## **Chapitre V. Etude des performances de la station**

### **V.1. Introduction**

L'analyse expérimentale permet d'identifier, et d'évaluer les différents paramètres de pollution d'une eau usée, contrairement à la théorie qui a tendance à généraliser les problèmes.

En effet si l'observation permet de détecter le mauvais fonctionnement d'une station ou d'un ouvrage, seul l'analyse et la mesure permettant de saisir les causes de ce mauvais fonctionnement et de mettre en œuvre les moyens adéquats pour y remédier.

### **V.2. But de l'étude**

L'objectif de cette étude est de comprendre le fonctionnement épuratoire de la station d'épuration des eaux usées domestiques, d'une part, et d'autre part, de déterminer les rendements d'élimination des différents paramètres de pollution ( $\text{DBO}_5$ , DCO, MES,  $\text{NO}_3^-$  ...) à la sortie de la station.

### **V.3. Prélèvement et conservation des échantillons**

Le prélèvement de l'échantillon et sa conservation conditionnent les résultats des analyses et l'interprétation qui en sera donnée, ainsi l'échantillon prélevé doit être homogène et représentatif de l'effluent, il convient donc que la quantité prélevée soit proportionnelle au débit d'eau usée. Par ailleurs, l'échantillon prélevé doit être conservé dans des bonnes conditions, à défaut, ses caractéristiques subiront une transformation entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse ; ce qui induit à une falsification des résultats.

Il est donc indispensable d'arrêter ou de ralentir toute évolution biologique, chimique ou physique qui peut avoir lieu entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.

Les modes de conservation sont donc donnés dans le tableau ci- dessous

**Tableau V.1 : Méthodes de conservation de l'échantillon**

Type d'analyses	Technique ou produit à utiliser	Temps maximum de non évolution
DCO	2 ml/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Concentré	7 j
DBO <sub>5</sub>	Réfrigération à 4 °C	6 h
Acidité- alcalinité	Réfrigération à 4 °C	24 h
Calcium	Pas de recommandation	24 h
Chlorures	Pas de recommandation	7 j
Couleur	Réfrigération à 4 °C	24 h
Oxygène dissous	A déterminer sur place	---
Fluorures	Pas de recommandation	7 j
Dureté	Pas de recommandation	24 h
Métaux totaux	5 ml/L de HNO <sub>3</sub> concentré	Plusieurs semaines
Métaux dissous	Filtrer et additionner 3 ml/L de HNO <sub>3</sub>	Plusieurs semaines
Azote NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	40mg/L HgCl <sub>2</sub> ou réfrigération à 4 °C	7 j
Azote Kjeldahl	Réfrigération à 4 °C	7 j
Nitrite	Réfrigération à 4 °C	7 j
Nitrate	Réfrigération à 4 °C	7 j
Huile et graisse	2 ml/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentré ou réfrigération	24 h
COT	2 ml/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à pH 2	7 J
Cyanures	NaOH jusqu'à pH = 10	24 h

Dans le cas de notre étude portant sur le calcul des performances de la station d'épuration de BBA, des prélèvements à l'entrée et à la sortie de la STEP, ont été réalisés hebdomadairement à 10 heures durant le mois d'avril 2014. Ces prélèvements ont été effectués dans des bouteilles en polyéthylène rincées préalablement avec de l'eau à analyser. Il est à signaler que les prélèvements effectués sont acheminés directement vers le laboratoire de la STEP pour les différentes analyses.

#### V.4. Paramètres à analyser

Les paramètres à analyser sont : T°, pH, conductivité, DBO<sub>5</sub>, DCO, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NTK et MES. Les méthodes d'analyse des principaux éléments examinés sont consignées en [annexe 1](#).

**V.5. Les normes de rejets [11]**

Pour une meilleure protection de l'environnement, du milieu récepteur et la santé publique, les recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS) imposent des normes de rejet dont les valeurs des principaux paramètres de pollution sont portées sur le tableau suivant.

**Tableau V.2 : Normes de rejets (OMS)**

Paramètre	Unité	Valeur limite
pH	Unité pH	5.5 à 8.5
Conductivité (à 20°C)	µs/cm	2800
Température	°C	22 à 30
MES	mg/L	30
DBO <sub>5</sub>	mg/L	30
DCO	mg/L	90
Oxygène dissous	mg/L	05
Huiles et graisses	mg/L	20
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	40
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	250
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	250
Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	mg/L	0,7
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	50
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	01
Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	30
Fer (Fe <sup>2+</sup> )	mg/L	1,5
Cuivre (Cu <sup>2+</sup> )	mg/L	01
Zinc (Zn <sup>2+</sup> )	mg/L	05
Cadmium (Cd <sup>2+</sup> )	mg/L	0,05
Plomb (Pb <sup>2+</sup> )	mg/L	01
Nickel (Ni <sup>2+</sup> )	mg/L	05
Hydrocarbures	mg/L	10
Détergents	mg/L	01
Phosphore	mg/L	02

**V.6. Résultats obtenus****V.6.1. pH, température et conductivité**

Le tableau ci-dessous représente les résultats d'analyse de l'eau brute et de l'eau épurée des paramètres : pH, température, conductivité pendant le mois d'avril 2014.

**Tableau V.3 : Evolution du pH, T° et conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP  
(Avril 2014)**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /j)	Eau brute			Eau épurée		
		pH	Température (°C)	Conductivité (mS/cm)	pH	Température (°C)	Conductivité (mS/cm)
1/4/2014	5200.00	8.12	13.86		7.60	13.43	
2/4/2014	14412.50	7.82	13.40		7.71	13.30	
3/4/2014	15387.50						
4/4/2014	17700.00						
5/4/2014	17122.00	8.06	13.40		7.73	13.03	
6/4/2014	16375.00	8.05	13.30		7.70	13.8	
7/4/2014	16825.00	7.88	14.40	2.40	7.72	16.10	2.22
8/4/2014	17437.00	7.93	16.30		7.67	16.00	
9/4/2014	17975.00	7.90	17.50		7.73	17.00	
10/4/2014	199112.50						
11/4/2014	19012.50						
12/4/2014	17112.50	7.88	17.10		7.74	17.00	
13/4/2014	15562.50	8.34	16.13		7.75	16.20	2.01
14/4/2014	15500.00	8.02	13.30		7.76	13.90	
15/4/2014	14462.50	8.05	15.50		7.72	15.70	
16/4/2014	13437.50	7.98	16.60		7.75	16.50	
17/4/2014	14300.00						
18/4/2014	14037.50						
19/4/2014	14187.50	7.98	17.00		7.75	17.50	
20/4/2014	15202	7.96	17.30		7.73	17.40	
21/4/2014	14237.50	8.00	15.10		7.74	15.30	
22/4/2014	12100.00	8.13	16.30		7.81	16.30	
23/4/2014	15650.00	8.10	15.40	2.43	7.93	15.50	
24/4/2014	15000.00						

25/4/2014	16625.00						
26/4/2014	13900.00	7.96	17.90	2.29	8.03	17.30	2.28
27/4/2014	15250.00	7.99	17.10	2.47	7.72	17.30	
28/4/2014	15525.00	8.00	19.20	2.21	7.71	18.90	
29/4/2014	10262.50	7.69	17.50	2.35	7.91	17.70	
30/4/2014	12875.00	8.02	18.20	2.07	7.75	18.30	2.24

### V.6.2. La température

Les variations de la température de l'eau sont étroitement liées à celles de la température de l'air en fonction des conditions d'éclairement. La valeur minimale est de 13.03 °C et la valeur maximale est de 18.90 °C. Ces résultats obtenus rentrent dans la fourchette d'un bon fonctionnement de la station.

Cependant la couleur grise de l'eau le bassin prouve qu'il n'y a pas une activité algale et ce la est du aux conditions d'éclairement qui sont défavorables.

### V.6.3. Le pH

Voisin de la neutralité, il n'est pas très variable à l'entrée et à la sortie. Le pH de l'eau est maintenu entre deux limites 7.6 et 8.03.

### V.6.4. La conductivité

Elle est entre 2010 et 2280 µS/cm.

Les teneurs des paramètres : température, pH et conductivité sont admissibles vis-à-vis des normes de rejets.

## V.7. Evolution de la pollution organique

L'évolution de la charge organique exprimée en DBO<sub>5</sub> et en DCO des eaux brutes et des eaux épurées est représentée sur les tableaux suivants. Les histogrammes suivants représentent une comparaison de l'eau épurée avec la norme de rejets.

Le **rendement** (Rend) d'abattement de différents paramètres est donné par la relation suivante.

$$Rend (\%) = \left( \frac{C_i - C_f}{C_i} \right) \cdot 100$$

C<sub>i</sub> : la concentration initiale du paramètre considéré

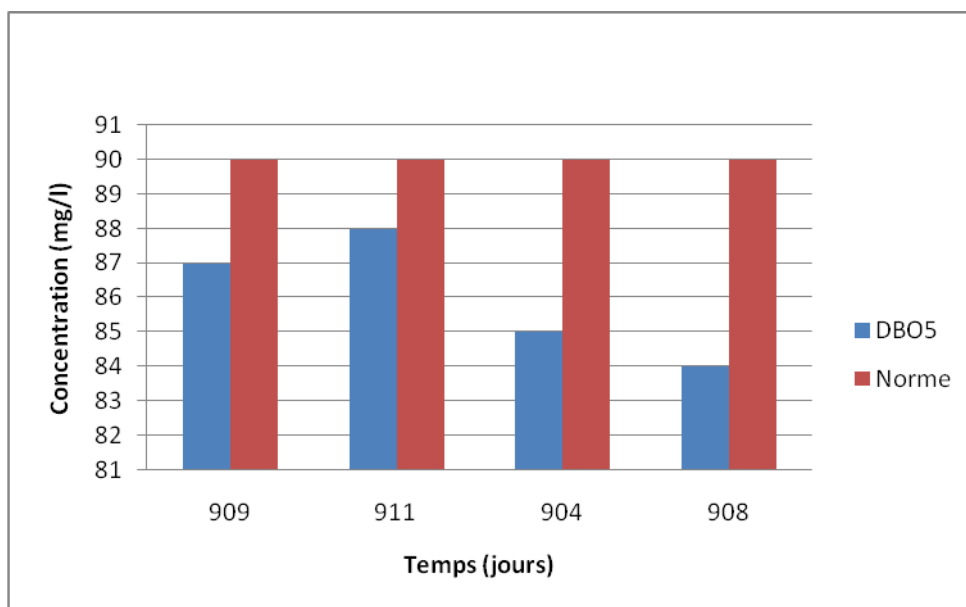
C<sub>f</sub> : la concentration finale du paramètre considéré.



a) La DBO<sub>5</sub>Tableau V.4 : Évolution de la DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP

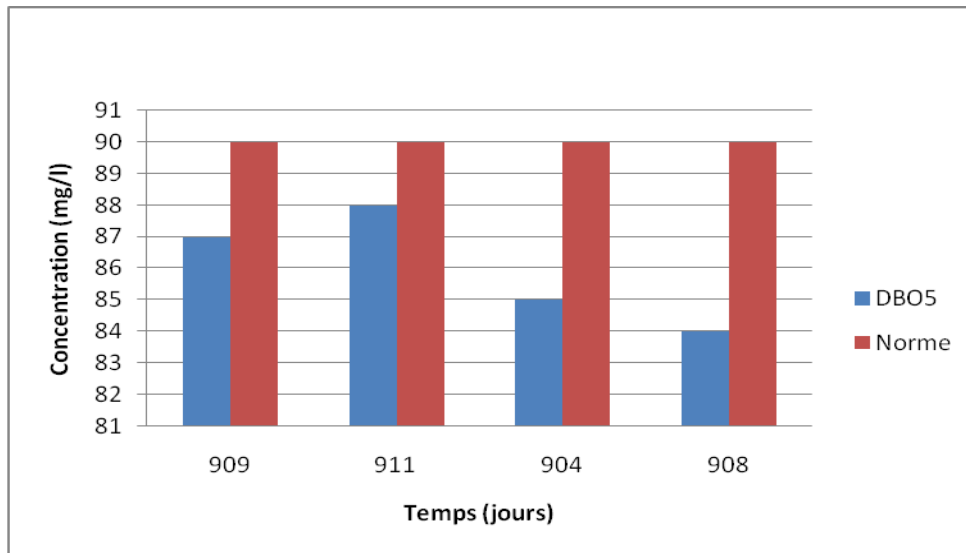
(Janvier 2014)

Date	DBO <sub>5</sub> (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
05/01/2014	370	26	93	30
07/01/2014	345	25	92	
21/01/2014	350	25	93	
28/01/2014	311	28	91	

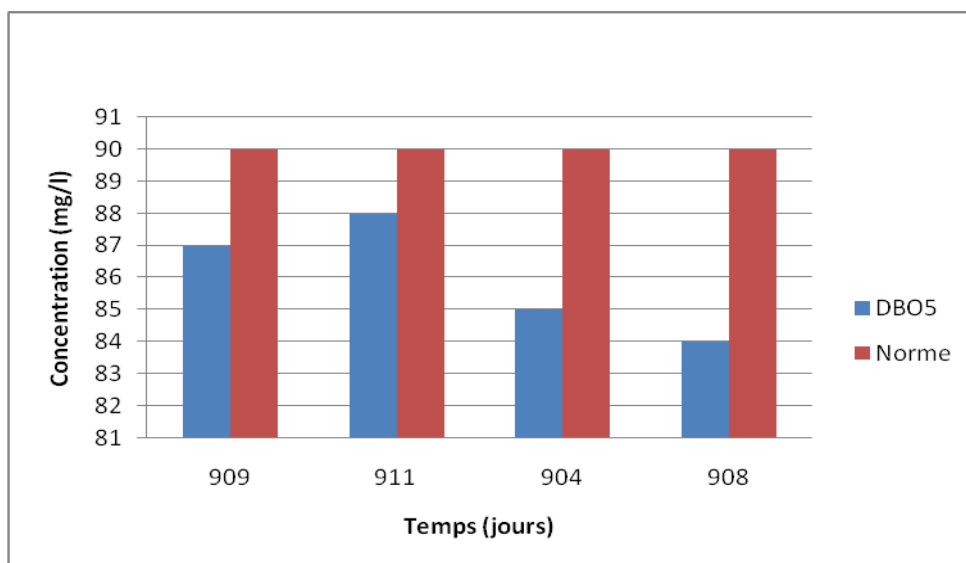
Figure V.1. Evolution temporelle de la DBO<sub>5</sub> du mois de janvier 2014Tableau V.5 : Evolution de la DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP

(Février 2014)

Date	DBO <sub>5</sub> (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
05/02/2014	244	15	93	30
07/02/2014	236	13.5	94	
21/02/2014	243	16	93	
28/02/2014	241	14	94	

Figure V.2. Evolution temporelle de la DBO<sub>5</sub> du mois de février 2014Tableau V.6 : Evolution de la DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP  
(Mars 2014)

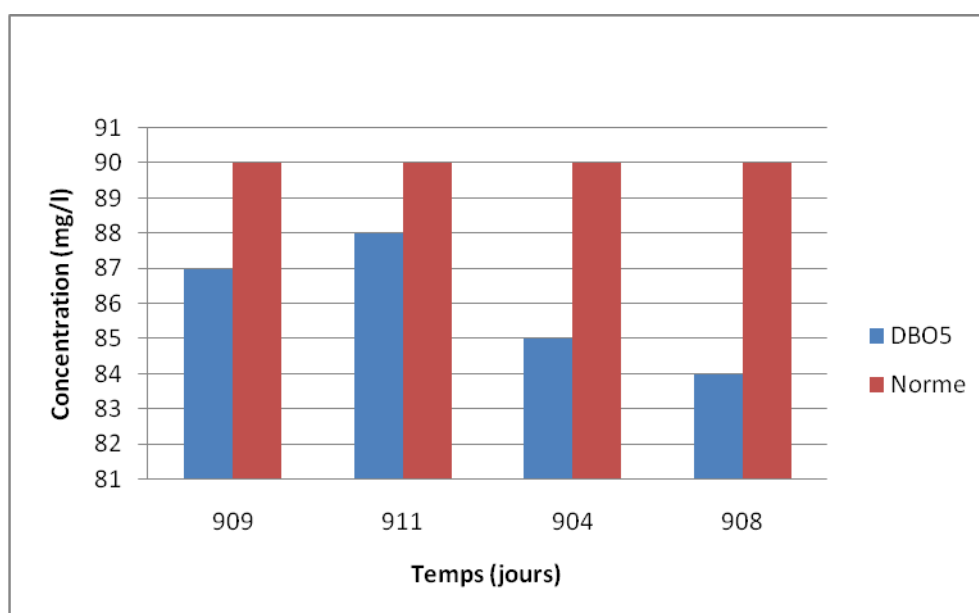
Date	DBO <sub>5</sub> (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
05/03/2014	330	18	94	30
07/03/2014	326	15	95	
21/03/2014	326	16	95	
28/03/2014	322	14	95	

Figure V.3. Evolution temporelle de la DBO<sub>5</sub> du mois de mars 2014

**Tableau V.7 : Evolution de la DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP**

(Avril 2014)

Date	DBO <sub>5</sub> (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
05/04/2014	276	21	92	30
07/04/2014	282	19	93	
21/04/2014	276	19	93	
28/4/2014	266	21	92	

**Figure V.4. Evolution temporelle de la DBO<sub>5</sub> du mois d'avril 2014****b) La DCO****Tableau V.8 : Évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)**

Date	DCO (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/01/2014	909	87	91	90
15/01/2014	911	88	90	
21/01/2014	904	85	90	
28/01/2014	908	84	91	

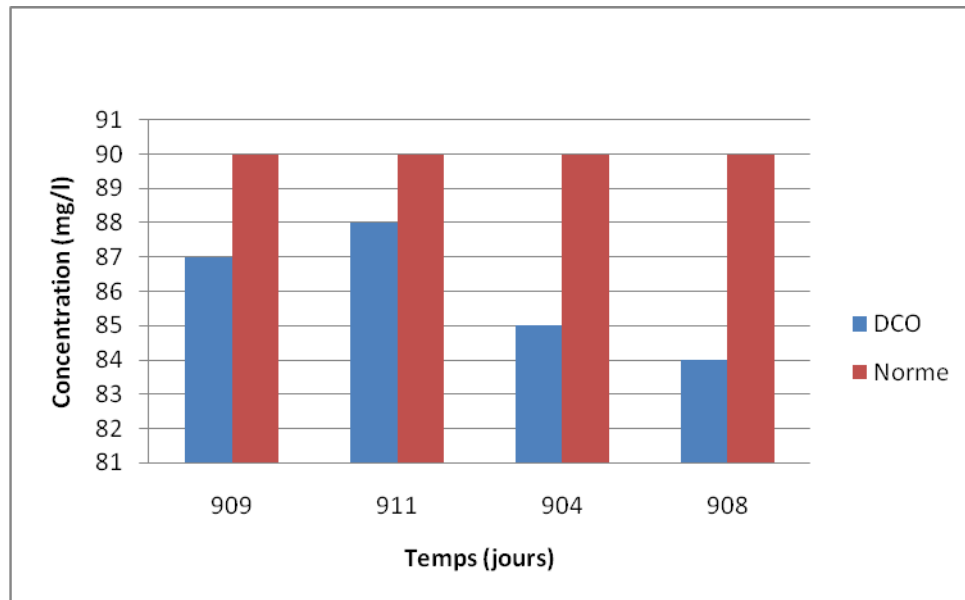


Figure V.5. Evolution temporelle de la DCO du mos de janvier 2014

Tableau V.9 : Évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)

Date	DCO (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/02/2014	604	69	88	90
15/02/2014	605	67	89	
21/02/2014	603	68	89	
28/02/2014	601	67	88	

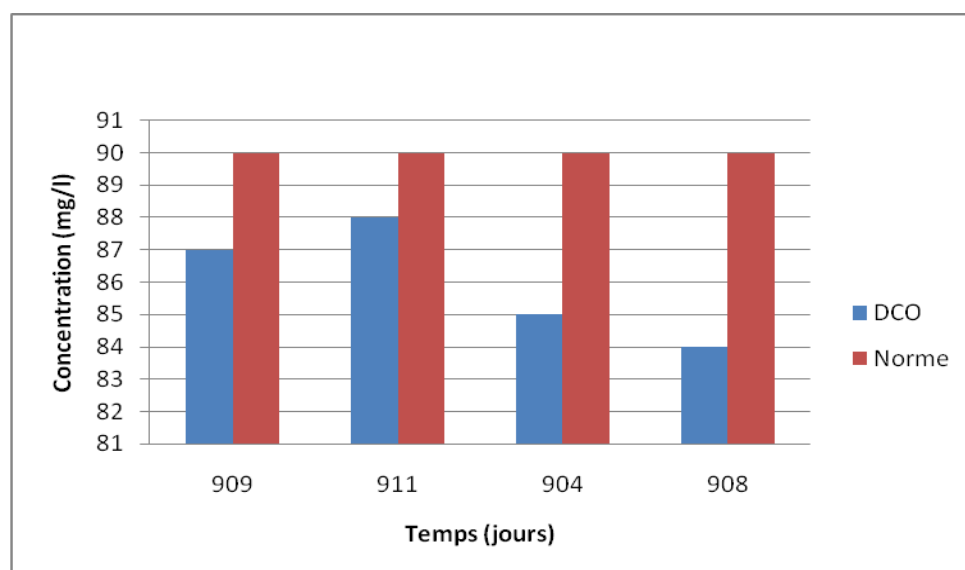
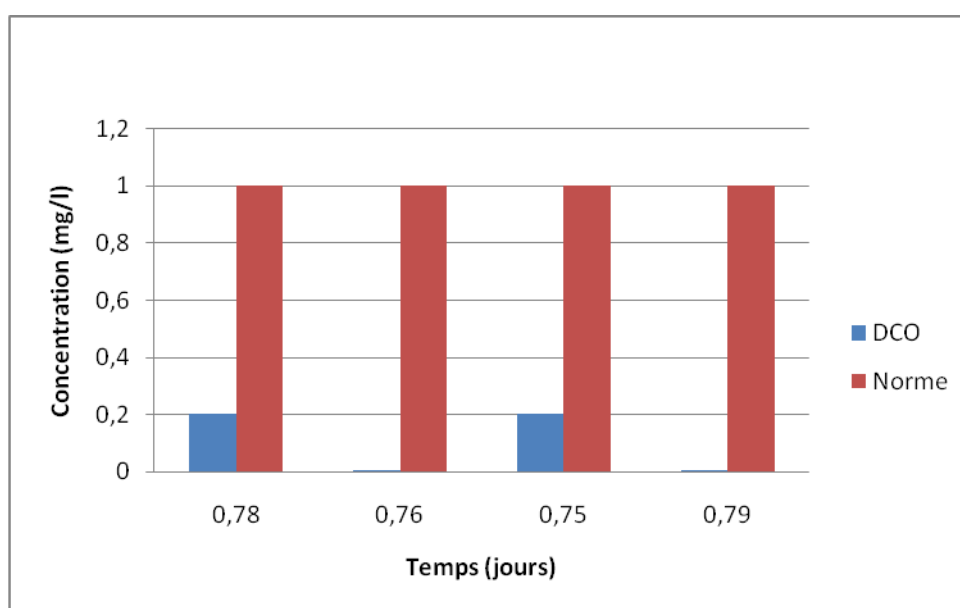


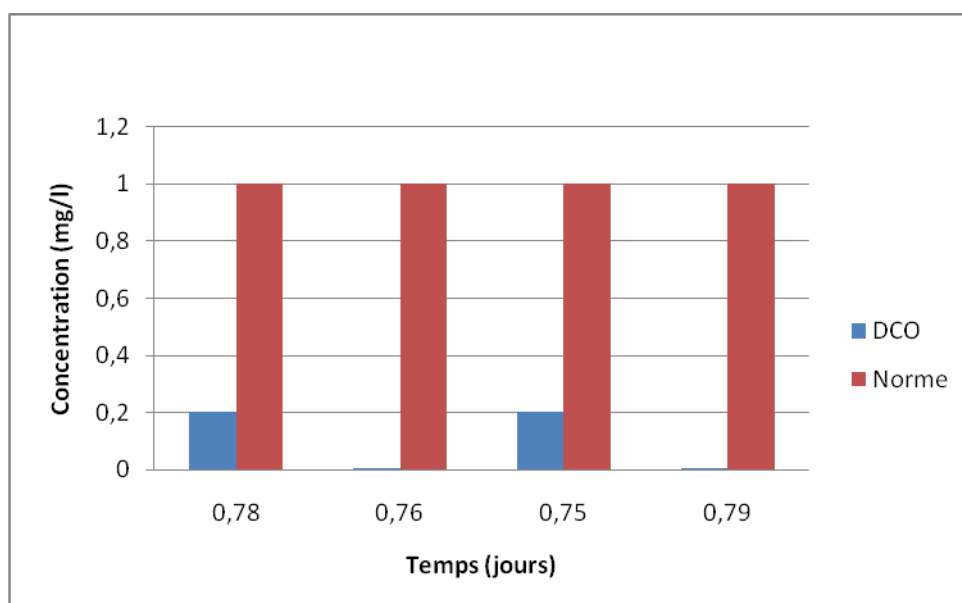
Figure V.6. Evolution temporelle de la DCO du mois du février 2014

**Tableau V.10 : Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP****(Mars 2014)**

Date	DCO (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/03/2014	704	54	92	90
15/03/2014	705	53	92	
21/03/2014	702	53	92	
28/03/2014	701	54	92	

**Figure V.7. Evolution temporelle de la DCO du mois du Mars 2014****Tableau V.11 : Evolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP****(Avril 2014)**

Date	DCO (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/04/2014	767	47	87	90
15/04/2014	766	48	93	
21/04/2014	768	46	94	
28/04/2014	769	47	93	



**Figure V.8. Evolution temporelle de la DCO du mois d'avril 2014**

On constate que les concentrations en DBO<sub>5</sub> et en DCO sont inférieures à la norme de rejets ; ce qui nous permet de dire que les rendements sont optimums et que la STEP fonctionne bien pour l'abattement de la pollution organique.

#### V.8. Les matières en suspension (MES)

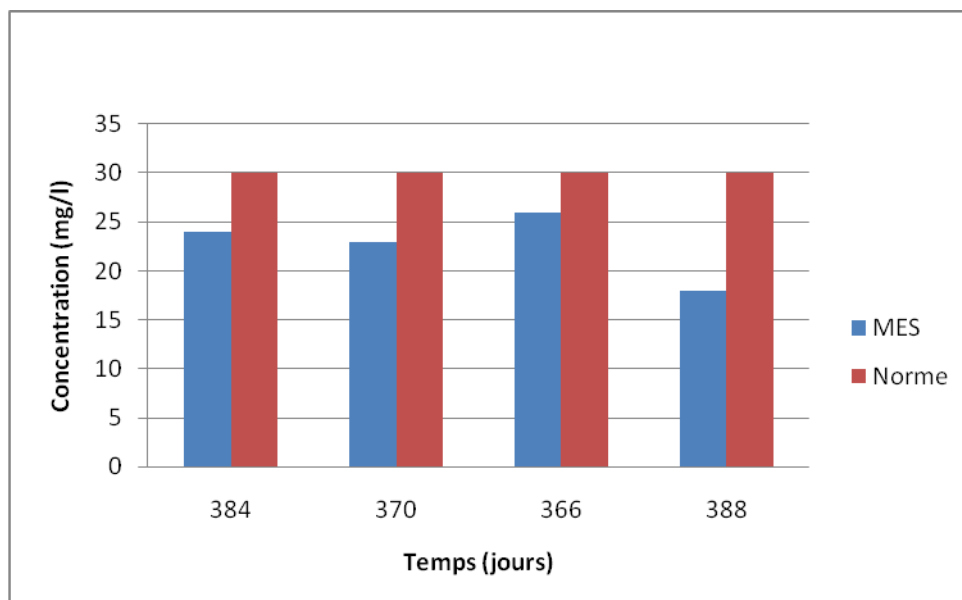
Les matières en suspensions rencontrées dans les eaux sont très diverses tant par leur nature que par leurs dimensions. Elles sont constituées par du quartz, des argiles, des sels minéraux insolubles et des particules organiques composées de microorganismes et de produits de dégradation animaux ou végétaux.

**Tableau V.12 : Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)**

Date	MES			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
7/01/2014	384	24	93	30
15/01/2014	370	23	93	
21/01/2014	366	26	92	
28/01/2014	388	18	95	

Nous constatons que la teneur en MES à l'entrée de la station est presque constante dans le temps, et ne connaît aucune augmentation marquée durant le mois de janvier 2014.

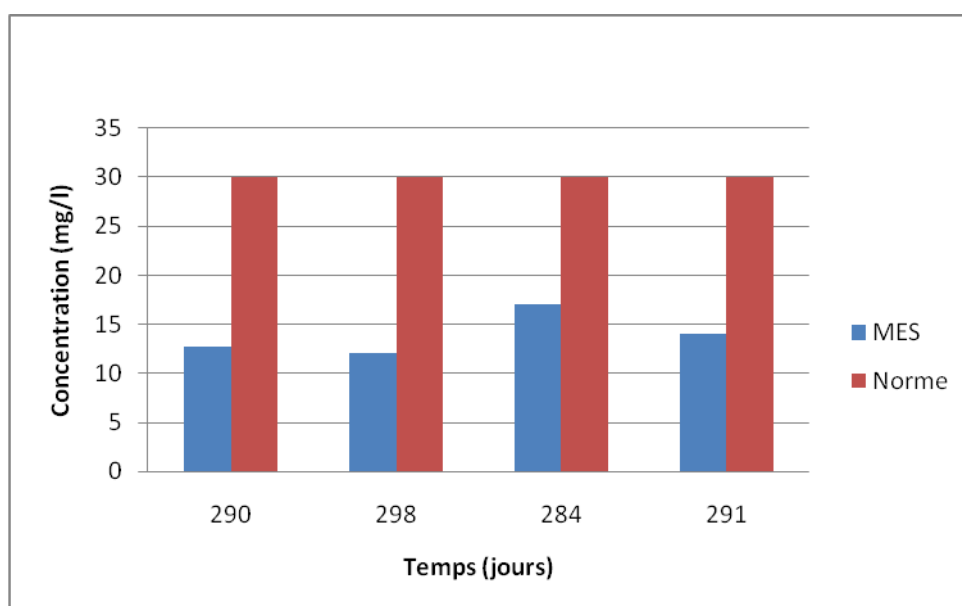
Les valeurs trouvées à la sortie de la station sont toutes inférieures à la norme (30 mg/L).



**Figure V.9. Evolution temporelle des MES du mois de Janvier 2014**

**Tableau V.13 : Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)**

Date	MES			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
7/01/2014	290	12.69	95	30
15/01/2014	298	12	95	
21/01/2014	284	16.99	94	
28/01/2014	291	13.97	95	



**Figure V.10. Evolution temporelle des MES du mois de Février 2014**

Tableau V.14 : Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)

Date	MES			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
7/01/2014	348	12.55	96	30
15/01/2014	347	10	97	
21/01/2014	345	11	96	
28/01/2014	349	12	96	

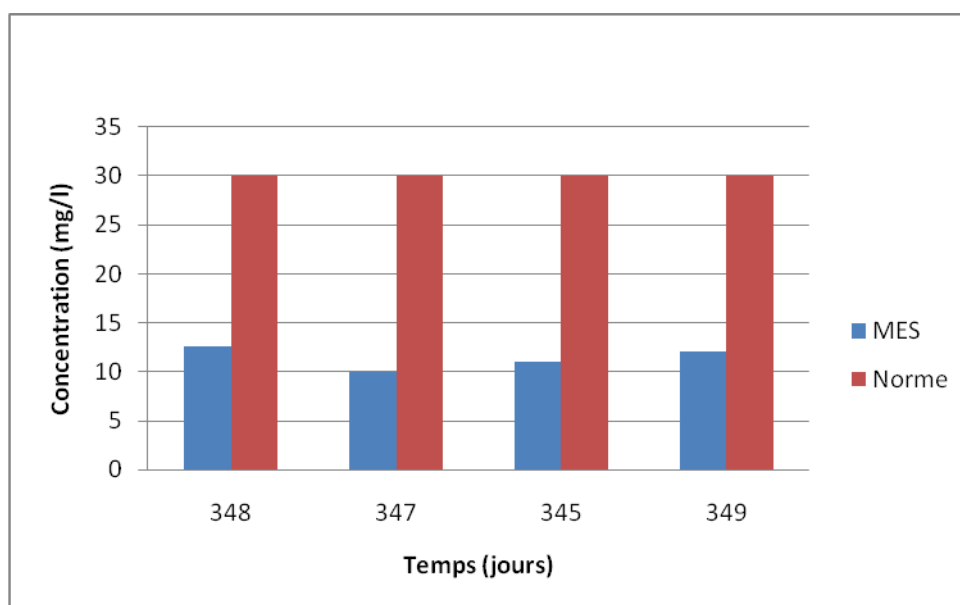
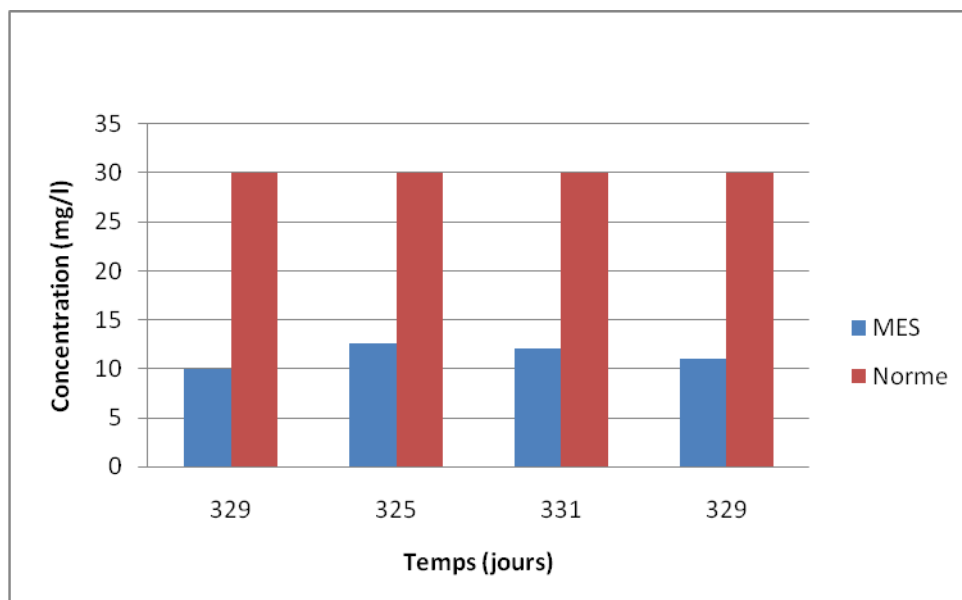


Figure V.11. Evolution temporelle des MES du mois de Mars 2014

Tableau V.15 : Évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)

Date	MES			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
7/01/2014	329	10	96	30
15/01/2014	325	12.55	96	
21/01/2014	331	12	96	
28/01/2014	329	11	96	





**Figure V.12. Evolution temporelle des MES du mois d'Avril 2014**

### V.9. Evolution des sels nutritifs (azote)

Le devenir de l'azote est abordé au travers ses formes suivantes : azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), azote total et azote Kjeldahl NTK. Les résultats obtenus sont les suivants.

#### V.9.1. L'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

**Tableau V.16 : Évolution de  $\text{NH}_4^+$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)**

Date	$\text{NH}_4^+$			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
7/01/2014	84	28.27	66	30
15/01/2014	82	<b>30.85</b>	62	
21/01/2014	86	24.8	71	
28/01/2014	84.3	<b>75.9</b>	9,96	

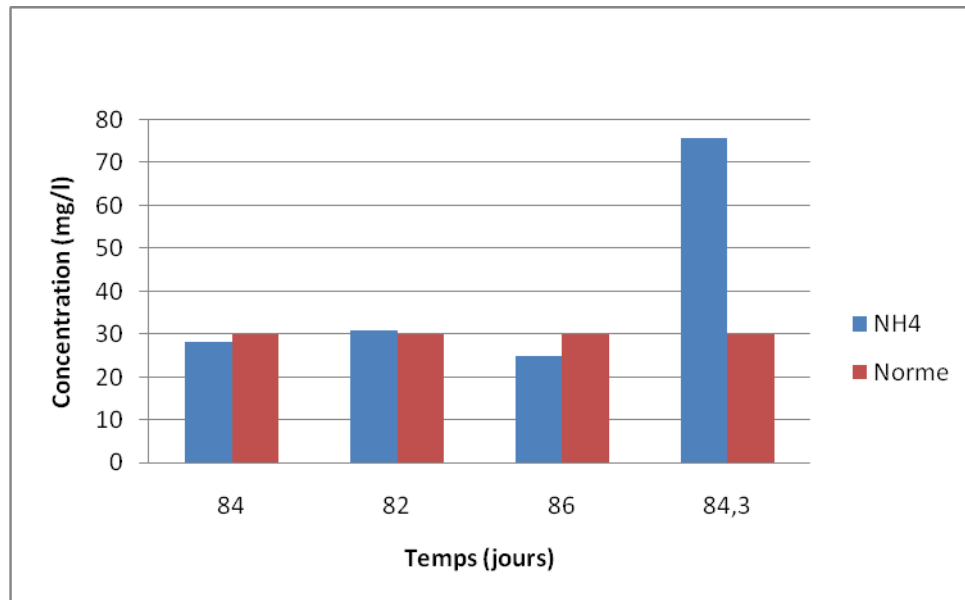


Figure V.13. Evolution temporelle de  $\text{NH}_4^+$  du mois du Janvier 2014

Tableau V.17 : Évolution de  $\text{NH}_4^+$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)

Date	$\text{NH}_4^+$			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
7/02/2014	76.95	12	84	30
15/02/2014	76	13	82	
21/02/2014	85	12	85	
28/02/2014	77.2	12	84	

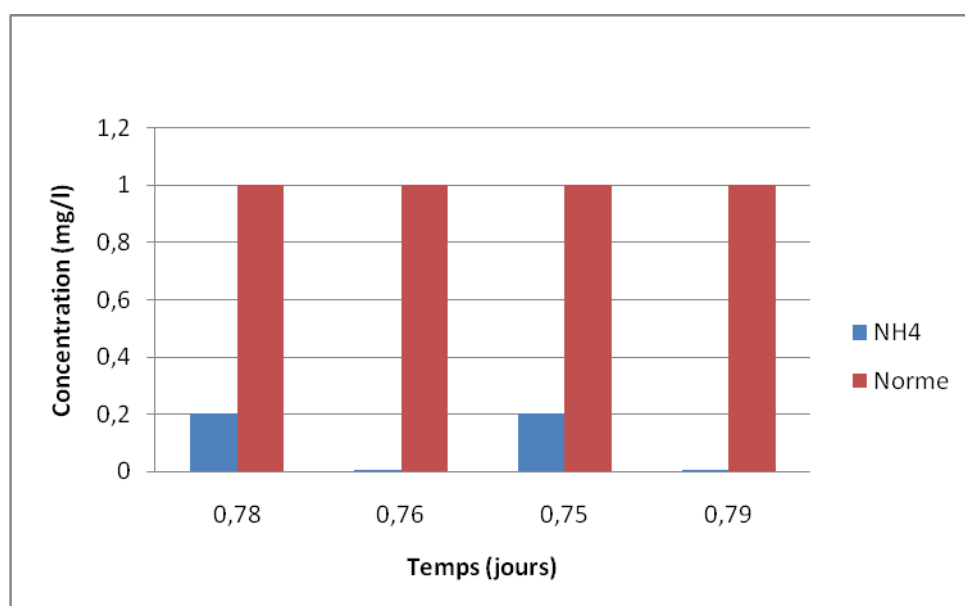
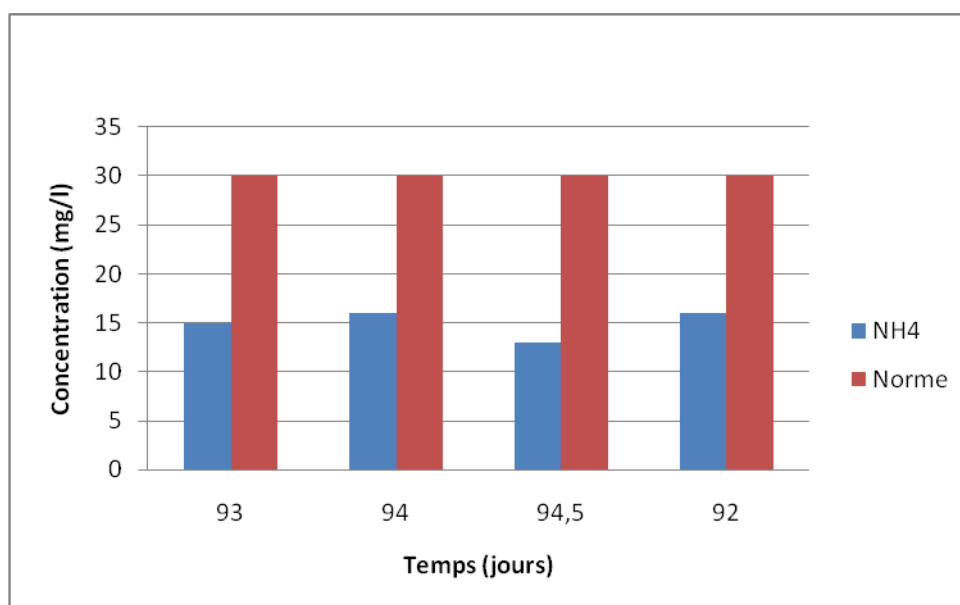


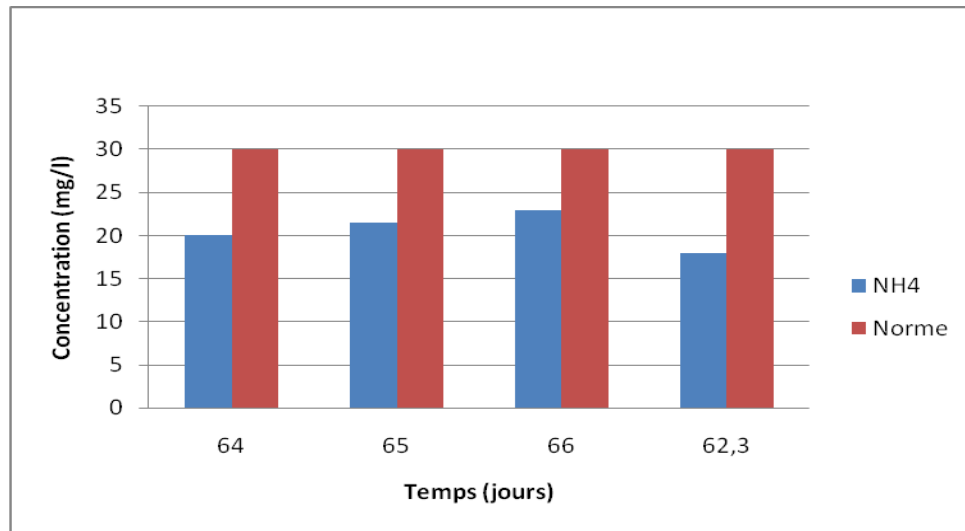
Figure V.14. Evolution temporelle de  $\text{NH}_4^+$  du mois de Février 2014

Tableau V.18 : Évolution de  $\text{NH}_4^+$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)

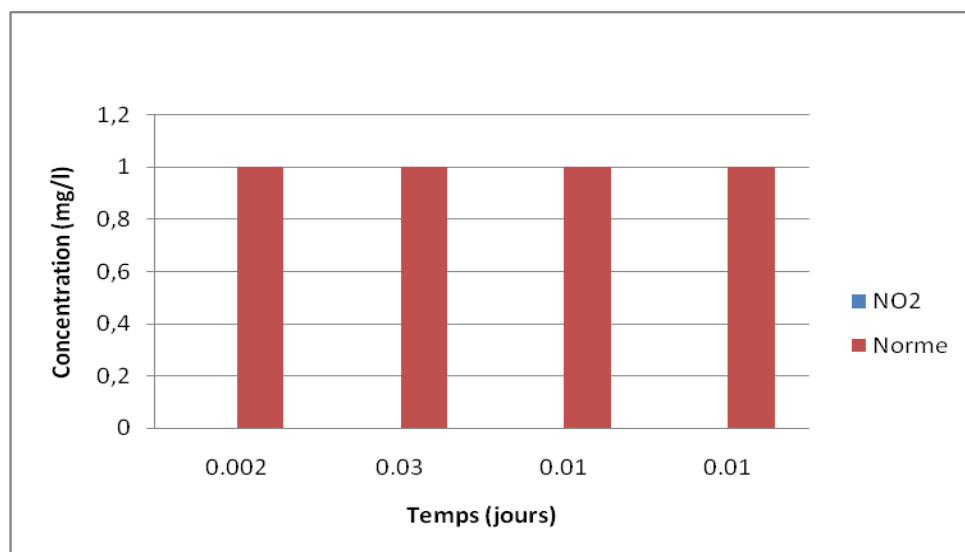
Date	$\text{NH}_4^+$			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
07/03/2014	93	15	83	30
15/03/2014	94	16	82	
21/03/2014	94.5	13	86	
28/03/2014	92	16	82	

Figure V.15. Evolution temporelle de  $\text{NH}_4^+$  du mois de Mars 2014Tableau V.19 : Évolution de  $\text{NH}_4^+$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)

Date	$\text{NH}_4^+$			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
07/04/2014	64	20	68	30
15/04/2014	65	21.5	66	
21/04/2014	66	23	65	
28/04/2014	62.3	18	71	

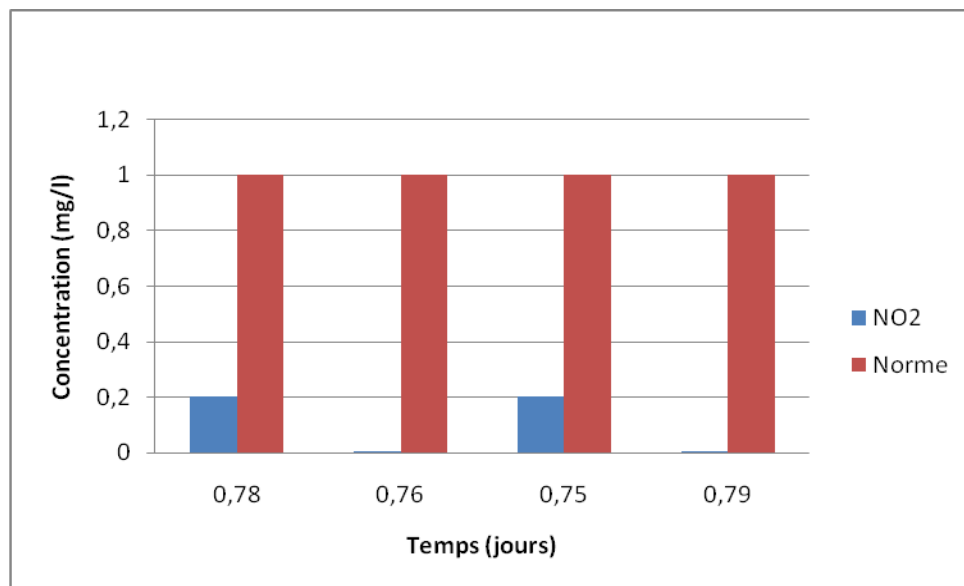
Figure V.16. Evolution temporelle de la  $\text{NH}_4^+$  du mois du Avril 2014V.9.2. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )Tableau V.20 : Évolution des  $\text{NO}_2^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)

Date	$\text{NO}_2^-$ (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement	
07/01/2014	0.002	0.001	50	01
15/01/2014	0.03	0.002	93	
21/01/2014	0.01	0.0002	98	
28/01/2014	0.01	0.001	90	

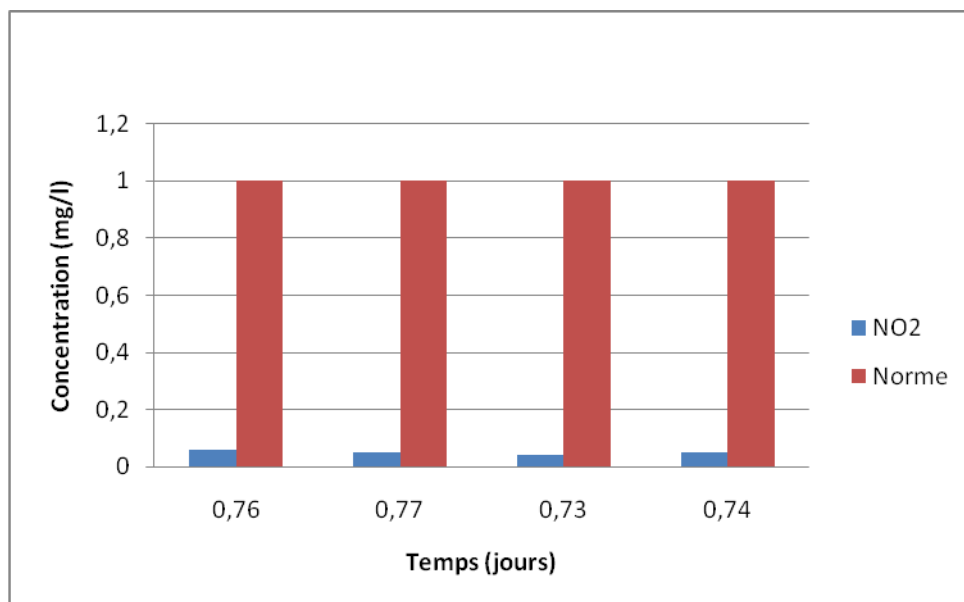
Figure V.17. Evolution temporelle des  $\text{NO}_2^-$  du mois de Janvier 2014

**Tableau V.21: Évolution des  $\text{NO}_2^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)**

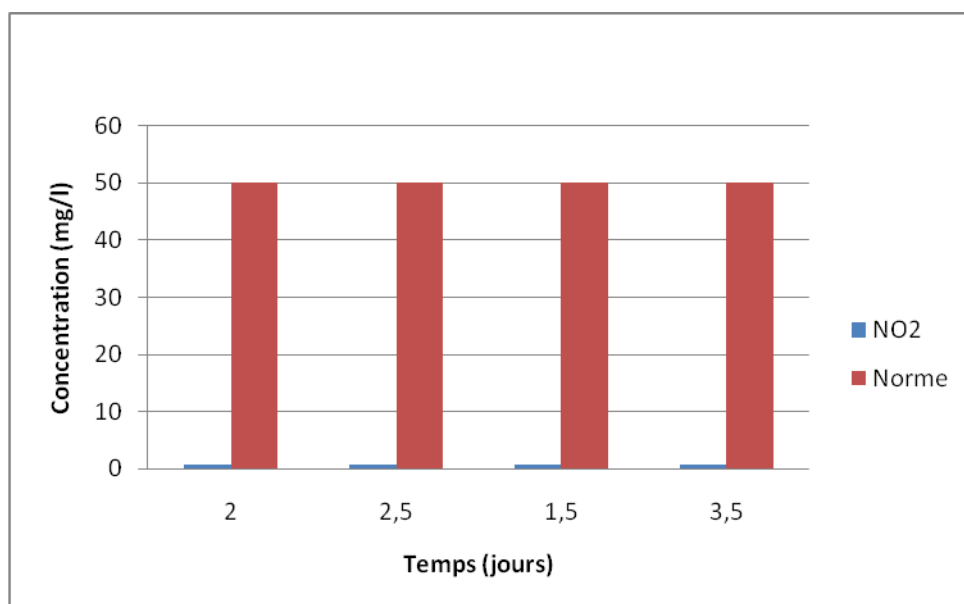
	$\text{NO}_2^-$ (mg/l)			
Date	Eau brute	Eau épurée	Rendement	Norme (mg/l)
7/02/2014	0.78	0.2	74	01
15/02/2014	0.76	0.004	99	
21/02/2014	0.75	0.2	73	
28/02/2014	0.79	0.006	43	

**Figure V.18. Evolution temporelle des  $\text{NO}_2^-$  du mois de Février 2014****Tableau V.22 : Évolution des  $\text{NO}_2^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)**

	$\text{NO}_2^-$ (mg/l)			
Date	Eau brute	Eau épurée	Rendement	Norme (mg/l)
07/03/2014	0.76	0.06	92	01
15/03/2014	0.77	0.05	72	
21/03/2014	0.73	0.04	94	
28/03/2014	0.74	0.05	69	

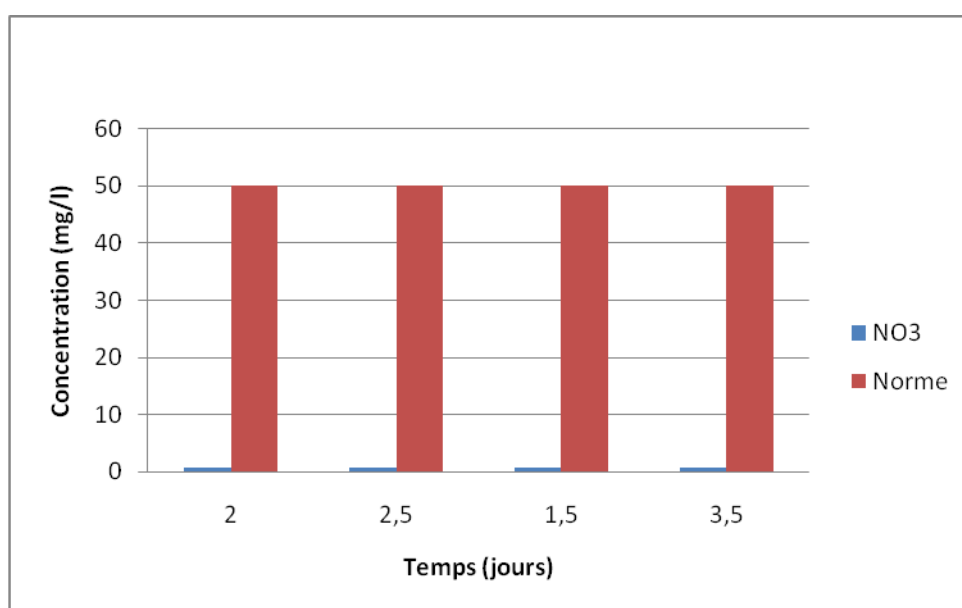
Figure V.19. Evolution temporelle des NO<sub>2</sub><sup>-</sup> du mois de Mars 2014Tableau V.23 : Évolution des NO<sub>2</sub><sup>-</sup> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)

Date	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/04/2014	1.2	0.2	83	01
15/04/2014	1.2	0.004	99	
21/04/2014	1.5	0.2	86	
28/04/2014	0.75	0.006	74	

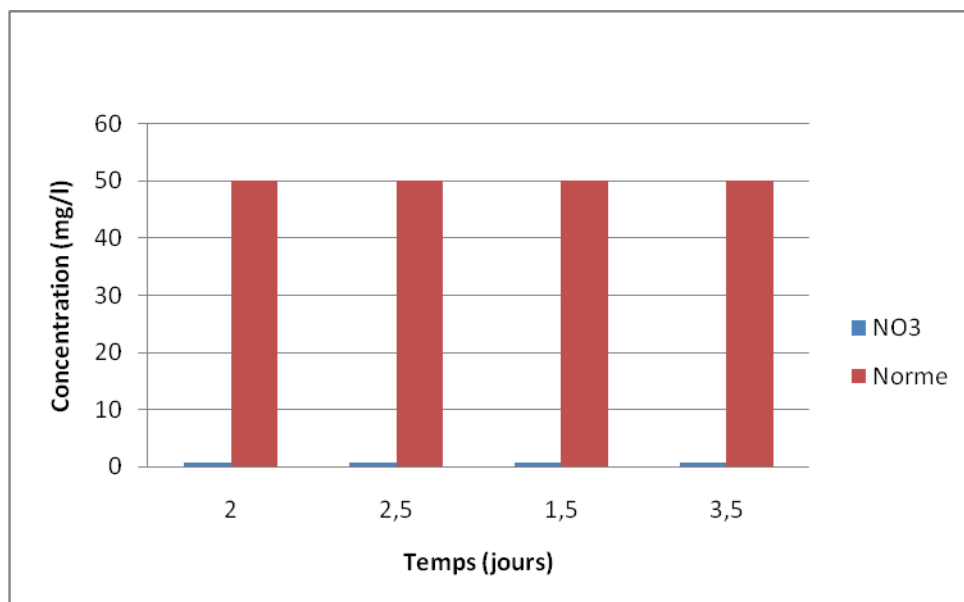
Figure V.20. Evolution temporelle des NO<sub>2</sub><sup>-</sup> du mois d'avril 2014

V.9.3. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )Tableau V.24 : Évolution des  $\text{NO}_3^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)

Date	$\text{NO}_3^-$			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
07/01/2014	2	0.66	67	50
12/01/2014	2.5	0.68	65	
21/02/2014	1.5	0.67	55	
28/02/2014	3.5	0.64	81	

Figure V.21. Evolution temporelle des  $\text{NO}_3^-$  du mois de Janvier 2014Tableau V.25 : Évolution des  $\text{NO}_3^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)

Date	$\text{NO}_3^-$			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
07/02/2014	1.17	0.66	43	50
12/02/2014	3.17	0.67	78	
21/02/2014	2.14	0.65	69	
28/02/2014	3.25	0.64	80	



### V.22. Evolution temporelle des NO<sub>3</sub><sup>-</sup> du mois de Février 2014

Tableau V.26 : Évolution des NO<sub>3</sub><sup>-</sup> à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)

Date	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/03/2014	3.01	0.65	78	50
12/03/2014	3	0.64	78	
21/03/2014	4	0.66	83	
28/03/2014	2.7	0.65	75	

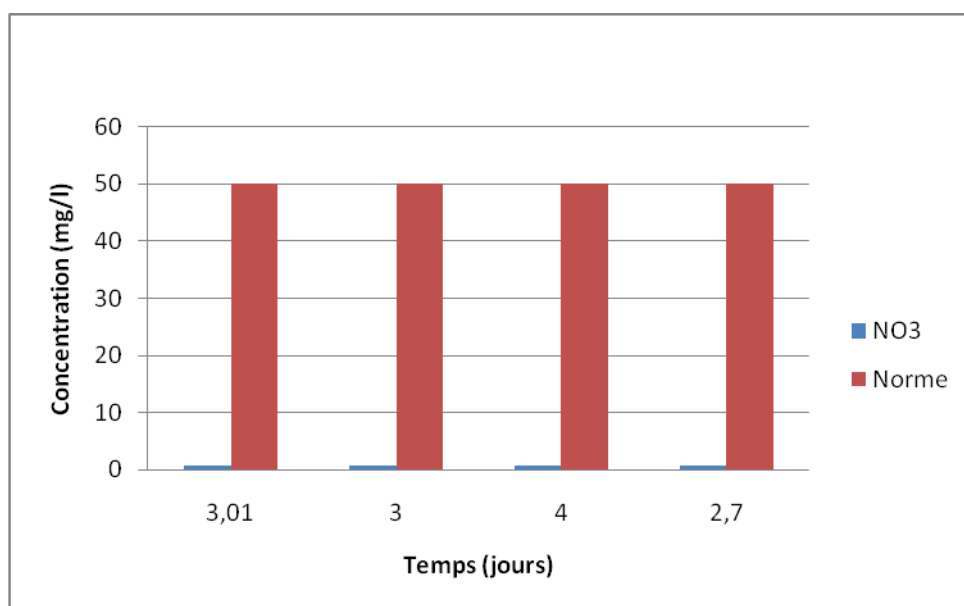
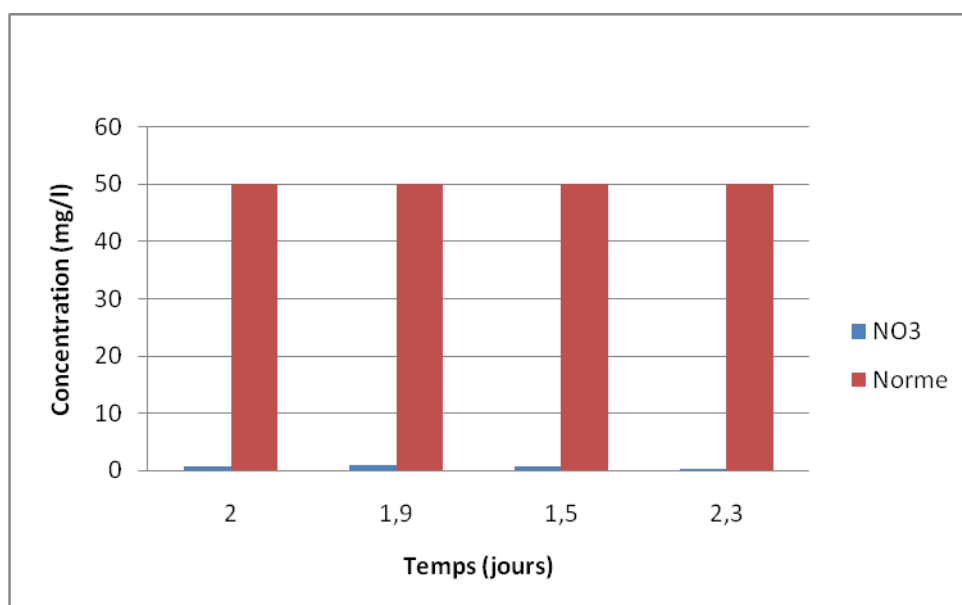


Figure V.23. Evolution temporelle des NO<sub>3</sub><sup>-</sup> du mois de Mars 2014



Tableau V.27 : Évolution des  $\text{NO}_3^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)

Date	$\text{NO}_3^-$			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
07/04/2014	2	0.7	65	50
12/04/2014	1.9	0.8	57	
21/04/2014	1.5	0.6	60	
28/04/2014	2.3	0.3	86	

Figure V.24. Evolution temporelle des  $\text{NO}_3^-$  du mois d'Avril 2014

## V.9.4. L'azote Kjeldahl (NTK)

Tableau V.28 : Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier 2014)

Date	NTK (mg/l)			
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	Norme (mg/l)
07/04/2014	130	95	26	40
12/04/2014	166	101	39	
21/04/2014	155	96	38	
28/04/2014	147	102	30	

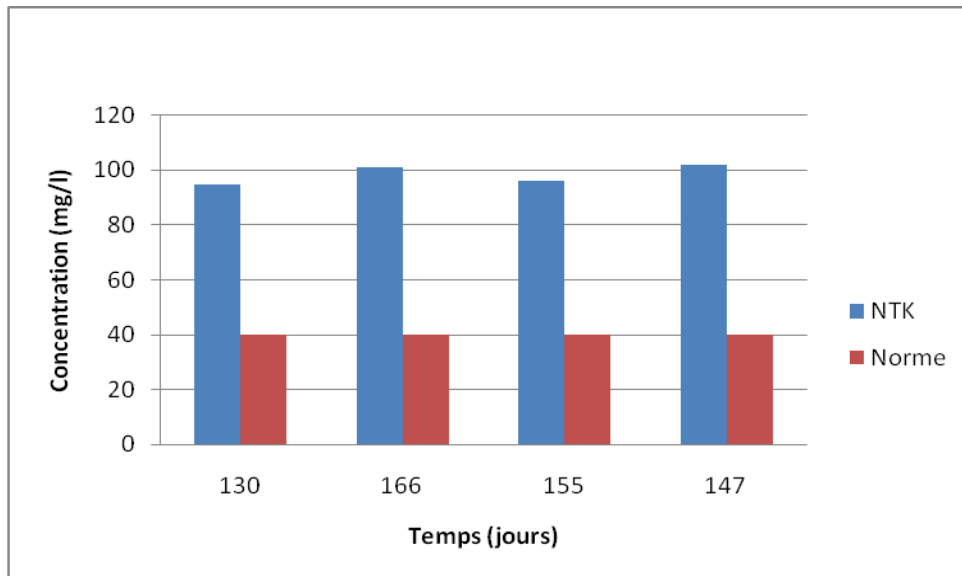


Figure V.25. Evolution temporelle de NTK du mois de Janvier 2014

Tableau V.29 : Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Février 2014)

Date	N <sub>total</sub> (mg/l)			Norme (mg/l)
	Eau brute	Eau épurée	Rendement (%)	
07/04/2014	158	114	27	40
12/04/2014	152	100	34	
21/04/2014	129	98	24	
28/04/2014	119	81	31	

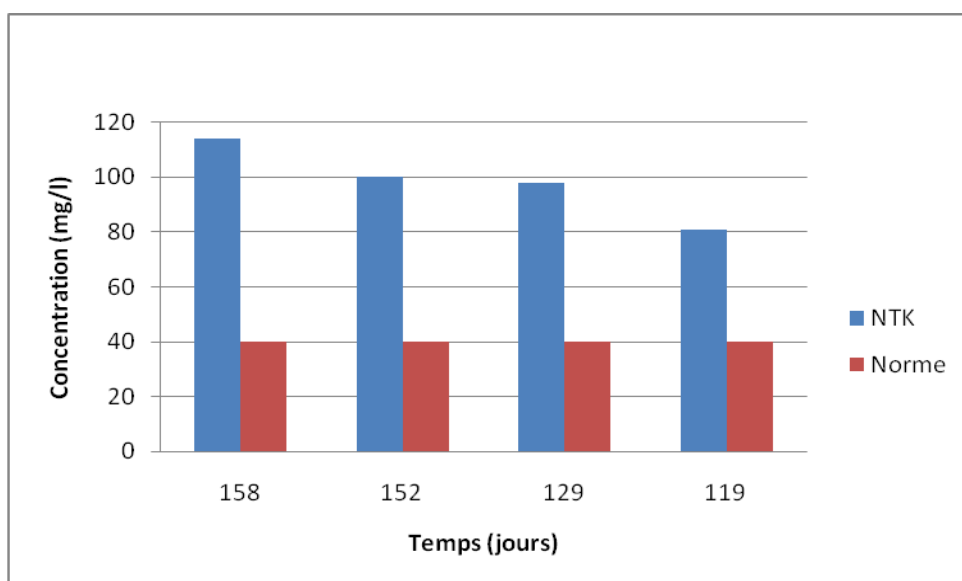
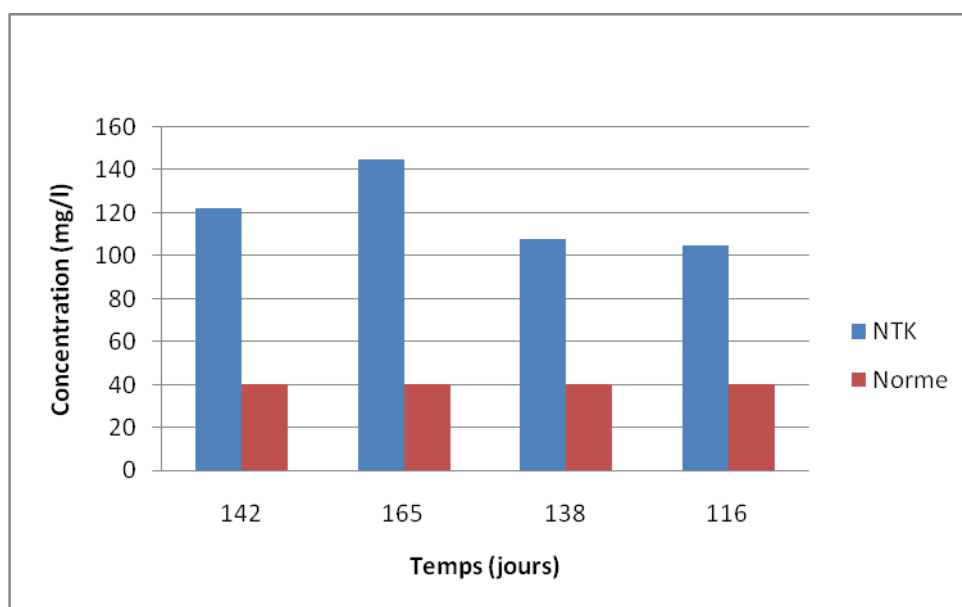


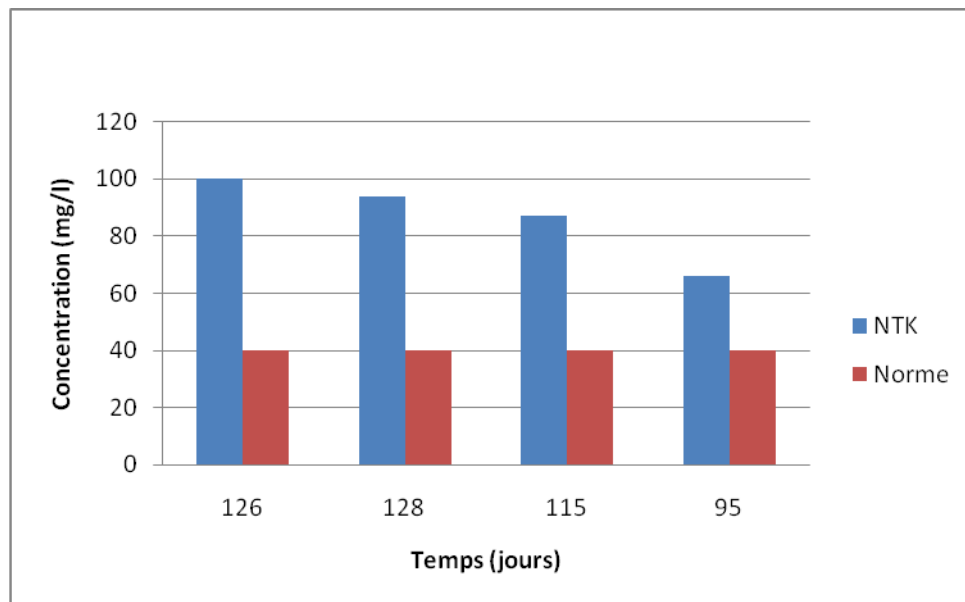
Figure V.26. Evolution temporelle de NTK du mois de Février 2014

**Tableau V.30 : Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Mars 2014)**

	<b>N<sub>total</sub> (mg/l)</b>			
<b>Date</b>	<b>Eau brute</b>	<b>Eau épurée</b>	<b>Rendement (%)</b>	<b>Norme (mg/l)</b>
07/04/2014	142	122	14	40
12/04/2014	165	145	13	
21/04/2014	138	108	21	
28/04/2014	116	105	9	

**Figure V.27. Evolution temporelle de NTK du mois de Mars 2014****Tableau V.31 : Évolution de NTK à l'entrée et à la sortie de la STEP (Avril 2014)**

	<b>N<sub>total</sub> (mg/l)</b>			
<b>Date</b>	<b>Eau brute</b>	<b>Eau épurée</b>	<b>Rendement (%)</b>	<b>Norme (mg/l)</b>
07/04/2014	126	100	20	40
12/04/2014	128	94	26	
21/04/2014	115	87	24	
28/04/2014	95	66	30	



**Figure V.28. Evolution temporelle de NTK du mois d’Avril 2014**

On remarque que les concentrations en  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NO}_3^-$  obtenues durant les quatre (04) mois du stage sont faibles et très inférieures aux valeurs admissibles de rejets. Les nitrates sont éliminés par dénitrification par des bactéries présentes dans les zones anoxiques (tranche inférieure de la hauteur d'eau ou même dans les sédiments).

Une concentration en azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) de **75.9 mg/L** a été obtenue durant le mois de Janvier est supérieure à la norme de rejet.

Il est à noter également que les concentrations en azote kjeldahl (NTK) sont toutes supérieures aux normes de rejet. Ceci est dû probablement à la matière organique résiduelle dans l'eau.

## V.10. Conclusions

D'après les résultats des différentes analyses, et en les comparant aux différentes normes, on peut conclure ce qui suit :

- Les abattements de la STEP en matière organique sont élevés, malgré que la charge en  $\text{DBO}_5$  et en DCO soit élevée.
- Les performances épuratoires en azote et ses dérivés sont acceptables à part le NTK.
- Les teneurs des paramètres : température, pH et conductivité sont admissibles vis-à-vis des normes de rejets.
- L'abattement moyen de la pollution particulaire en terme des MES est plus de 95 %.

## **Chapitre VI:**

---

# **Gestion et exploitation de la STEP**

## Chapitre VI. Gestion et exploitation de la STEP

### VI.1. Introduction

Le maintien en parfait état des différents ouvrages de la station d'épuration et la garantie des performances épuratoires, reposent, avant tout sur la qualité de l'exploitation qui est mise en œuvre, le procédé choisi qui est techniquement et économiquement acceptable, et enfin la présence d'une politique rationnelle de gestion.

Le manque ou l'absence de l'un de ces facteurs influe incontestablement sur le fonctionnement de l'installation [4]

### VI.2. Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration

L'exploitant doit effectuer un certain nombre de mesures et contrôles entrant dans le cadre de l'exploitation et la gestion de la station, dont les principaux sont :

- Mesure de débit
- Mesure du pH et de la température.

La mesure du pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.

Pour maintenir la température optimum de bon fonctionnement de certains ouvrages de traitement (dégraisseur, bassin d'aération), la mesure de la température est très recommandée.

- Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)
- Mesure de la demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)
- Mesure de la quantité d'oxygène dissous
- Recherche des substances toxiques
- Mesure concernant les boues.

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- Le taux de recirculation des boues
- Le taux d'aération
- Le taux des boues en excès.

Pour régler ces paramètres, on aura besoin de savoir :

- La teneur en oxygène dans le bassin d'aération

- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération
- La teneur des matières volatiles en suspension (MVS) dans le bassin d'aération.

En fonction des résultats de ces mesures, on fait varier le débit de recirculation, la durée d'aération et le débit de boues en excès jusqu'à avoir une valeur optimale de 4 g MVS/L.

Si : - **MVS > 4 g/L**, on augmente le temps de recirculation et la durée d'aération.

- **MVS < 4 g/L**, on diminue le temps de recirculation et la durée d'aération.

Chaque contrôle journalier, doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif

### **VI.3. Contrôle de fonctionnement**

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs....etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation.

Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par an des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

L'**annexe 2** nous montre l'état de quelques ouvrages de la STEP de BBA en 2014.

#### **VI.3.1. Contrôles journaliers**

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant ; différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration.

- Le test de décantation et de turbidité.
- Les odeurs.

- Les couleurs des boues.
- Le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire.

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel, il consignera les résultats des tests et les observations faites.

### ***VI.3.2. Contrôles périodiques***

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation, en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- Une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération.
- Une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 min des aérateurs, ayant pour objet de déterminer (la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- Une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration.
- Une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- Des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24 h à partir de prélèvements ; visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.

Le tableau suivant nous résume quelques incidents et les solutions.



Tableau VI.1. Résumé des incidents les plus fréquents dans une STEP [9]

Incidents	Cause probable	A vérifier	Solution
Odeurs, insectes Colmatage de la grille	Accumulation des tissus fibreux et débris anormaux dans le rejet	Méthode et fréquence de nettoyage.  Arrivée du rejet eau usée	Identifier la source et arrêter la décharge. Rejet eau usée. Augmenter la fréquence du nettoyage de la grille.
Mousse blanche dans le bassin d'aération	Boues prématurées. Le bassin est surchargé.	Vérifier la charge en DBO <sub>5</sub> . Vérifier l'effluent du Décanteur (turbidité). Vérifier la DBO <sub>5</sub> dans le bassin d'aération	Diminuer la charge dans le rejet eau. Maintenir l'O <sub>2</sub> entre 1.0 et 3.0 mg/l avec agitation provenant d'une autre station.
Conditions défavorables ex. Rejet toxique, pH anormal. O <sub>2</sub> insuffisant. Perte de biomasse dans le décanteur.		Vérifier la respiration toxicité, avec test pour les métaux, ex, la peinture. Vérifier le phénomène de dénitrification.	Rétablir la concentration en boue activée. Éliminer les produits toxiques sans la recirculation.
Montée flocons à la surface du décanteur.  Sédimentation n'est pas efficace.	Éléments toxiques	Vérifier la respiration de la boue activée.  Vérifier les changements de la teneur en MVS mg/l.  Vérifier les taux d'O <sub>2</sub> et de DBO <sub>5</sub> .	Diminuer le rejet.  Diminuer taux de recirculation.  Utiliser des produits pour sédimentation.
Similaires comme précédent avec l'apparition des filaments (bactérie ou champignons)	Manque de produits nutritifs	Vérifier la présence des produits nutritifs. Vérifier le taux de l'O <sub>2</sub> dans le bassin. Vérifier le pH et la présence de champignons.	Chlorer à raison de 1 g de Cl/m <sup>3</sup> . Contrôler la sédimentation et la turbidité. Observer l'existence des filaments. Augmenter la concentration en O <sub>2</sub>
Baisse du pH de nitrification	Existence des acides dans le rejet eau usée	Vérifier le pH de l'eau brute	Éliminer la source des rejets d'acide si non ajout de la chaux
Odeurs septiques dans l'épaississeur	Débit de pompage des boues en excès très bas	Vérifier le pompage des boues en excès.  Vérifier l'O <sub>2</sub> dans l'épaississeur.	Augmenter le débit des boues en excès.  Ajouter des oxydants dans les boues (0.50-1.0 mg/L).

Boues pas assez épaissies	Débit de pompage trop élevé	Vérifier le pompage	Diminuer le débit
Formation des algues sur les surfaces	Nettoyage mal programmé		Nettoyage des surfaces (chloration)
Fuite d'huile. Bruits, échauffement. Pompe surchargée.	Joints usés. Usage excessif. manque de lubrification. Colmatage.	Les joints. Niveau et état de l'huile de lubrification. Vérifier déchets dans la pompe.	Remplacer les joints. Programmer le fonctionnement. Lubrifier. Nettoyage de la pompe.
Particules fines dans l'effluent de l'épaississeur.	Rejet des boues activées		Meilleur conditionnement de la boue
Temps de drainage excessif dans les lits de séchage	Niveau de boue très élevé. Boue appliquée au lit impropre. Système de drainage bouché. Lit sous dimensionné.  Conditions climatiques	20 cm de hauteur de boues est suffisant Noter condition chaque lit vide Effets des additifs Température précipitation	Quant le lit est séché enlever la boue et nettoyer. Nettoyer le lit et si nécessaire appliquer une couche de sable. Nettoyage avec contre courant des systèmes de drainage. Ajouter un polymère cationique sec jusqu'à 10 kg/ton. Couvrir le lit.
Système de pompage colmaté. Boues poussiéreuse et solide.	Accumulation des débris solides dans les lignes. Trop séchée.	Humidité	Ouvrir les vannes et nettoyer avec l'eau. Ajouter des produits chimiques. Enlever la boue à 40-60 % d'humidité.

#### VI.4. Entretien des ouvrages

##### VI.4.1. Dégrilleur

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râtaux.
- Noter les quantités de refus journalier.
- Vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

##### VI.4.2. Dessableur - déshuileur

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.

- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.
- Faire fonctionner 24/24h le pont roulant et l'insufflation d'air.

#### ***VI.4.3. Bassin d'aération***

- Chaque jour, contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnant convenablement.
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs.
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène).
- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO<sub>5</sub> entrante, et la concentration des boues dans le bassin.

#### ***VI.4.4. Clarificateur***

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous les 06 mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompes des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 05 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

#### ***VI.4.5. Désinfection des eaux épurées***

- Maintenir le poste en état de propreté.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs.
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore.
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité.

**VI.4.6. Épaississeur**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boue, le garde debout ne doit pas être inférieur à 2 m.
- Contrôler et noter chaque jour le pH des eaux surversées et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaississeurs.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

**VI.4.7. Lits de séchage**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé et ratissé afin de détisser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40 cm.
- Après 02 à 03 utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.
- Tous les 02 ans, il faut changer les lits de séchages (les lits seront refais complètement, les drains seront colmatés ou brisés).
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrant par les précipitations.

**VI.5. Hygiène et sécurité de travail****VI.5.1. Introduction**

La station d'épuration prévue peut constituer une source de danger et de nuisance pour le personnel qui est amené à y travailler.

Il est donc indispensable de prendre des précautions afin d'éviter les accidents suivants.

**VI.5.2. Risques de circulation**

Les chutes et les glissades comptent parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont dues à:

- L'absence de balustres
- L'étroitesse des abords des bassins
- La présence des boues ou de l'eau sur les lieux de travail

- L'éclairage insuffisant.

Ces risques peuvent être évités par :

- La mise en place des sols anti-dérapant
- La mise en place de garde-corps, dès que la différence de niveau dépasse 0,5 m afin de prévenir les chutes de hauteur
- Le nettoyage périodique des sols et l'élimination des flaques d'eau ou de boues et des taches de lubrifiants
- Les noyades dans le bassin peuvent être évitées par la mise en place des filins tendus autour ou en travers des bassins à 10 m au dessus de l'eau, et des perches ou des bouées en bordures.

### ***VI.5.3. Risques d'incendie et d'exploitation***

Ce risque est réduit dans les stations qui ne comportent pas le digesteur.

Les extincteurs et l'explosimètre sont indispensables dans la station, afin de prévenir ce risque.

### ***VI.5.4. Risques d'intoxication***

Ces risques apparaissent à la suite du déversement de substances toxiques, et la présence de l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) produit par les digesteurs, vu que ce gaz peut entraîner la mort.

Il faut donc prendre des précautions particulières pour pénétrer les zones exposées aux dangers, à savoir le port d'une tenue de travail appropriée, le masque à oxygène et signalisation de toute sensation inhabituelle au responsable concerné.

### ***VI.5.5. Risques mécaniques***

Les risques mécaniques (entraînement, choc, coupure...etc.) sont dus aux organes en mouvement, tels que, les arbres et chaînes de transmission.

Ces risques peuvent être prévenus par la mise en place d'écran ou de grilles de protection. On conseille de ne pas intervenir sur les machines en mouvement.

### ***VI.5.6. Risques banals et risques dus aux réactifs chimiques***

La manipulation de quelques réactifs chimiques peut être dangereuse, tel que, le chlore, la chaux...etc.

Parmi les risques banals, on citera :

- Les lésions au dos, les foulures, fractures et contusions
- Les coupures, écorchures
- La pénétration d'un corps étrange dans l'œil
- La chute d'un objet sur un pied
- Les blessures à la tête.

Il convient donc de se protéger contre tout contact, par le port d'un vêtement approprié, des gants, bottes, lunettes et casques.

#### ***VI.5.7. Risques d'électrocution***

Ce risque peut être rencontré au niveau des installations électriques à haute tension de la station d'épuration.

Les principales mesures de prévention comprennent :

- Isolation des parties actives
- La protection par des enveloppes ou des barrières
- La pose de disjoncteurs différentiels
- Utilisation d'outils avec manche isolante.

# Conclusion générale

---

## **Conclusion générale**

Il ressort de cette étude sur les performances épuratoires de la station d'épuration de BBA que cette dernière fonctionne bien, avec des abattements acceptables pour toute la pollution, que se soit organique ou particulaire.

- Les abattements de la STEP en matière organique sont élevés, malgré que la charge en DBO<sub>5</sub> et en DCO soit élevée.
- Les performances épuratoires en azote et ses dérivés sont acceptables à part le NTK.
- Les teneurs des paramètres : température, pH et conductivité sont admissibles vis-à-vis des normes de rejets.
- L'abattement moyen de la pollution particulaire en terme des MES est plus de 95 %.



# Bibliographie



# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Documentation de la DHW de BBA
- [2] EDELINE F. (1992)  
L'épuration physique-chimique des eaux. Édition cebedoc, 2<sup>ème</sup> Edition.
- [3] GAID (1984)  
Epuration biologique des eaux usées. Tome 1 et 2, OPU
- [4] ECHENFELDR W. W . (1998)  
Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Technique et documentation, parais
- [5] REGIS BOURRIER (1981)  
Les réseaux d'assainissement – calcul et application. Editions Tech. Et Doc.
- [6] MONCHY H. (1978)  
Mémento technique d'assainissement. Ed. EYROLLES, paris.
- [7] THOMAZEAU (1981)  
Stations d'épuration. Editions techniques et documentation.
- [8] BOUTIN B. et MERCIER PN. (1984)  
Traitement des eaux usées.
- [9] notice de la STEP de BBA
- [10] JEAN PAUL. BEAUDRY (1992)  
Chimie des eaux. ED. le griffon d'argile.
- [11] OUALI M.S.(2001).  
Cours de processus unitaires Biologique et Traitement des Eaux. OPU, Alger.



# Annexes

---

## Procédures expérimentales et matériels utilisés

### 1) La température

On mesure la température à l'aide d'un thermomètre ou d'un pH-mètre (in situ).

### 2) Le pH

La mesure du pH consiste à plonger l'électrode du pH-mètre dans l'eau à analyser et lire la valeur sur l'appareil.

L'étalonnage du pH-mètre dans une solution tampon se fait en plongeant l'électrode de pH-mètre préalablement rincée à l'eau déminéralisée, de manière à immerger le diaphragme de céramique en agitant légèrement l'électrode, puis en effectuant la lecture du pH avec l'électrode immobile.

- Rincer l'électrode à l'eau déminéralisée et la plonger dans l'échantillon.
- Effectuer la mesure du pH après avoir légèrement agiter l'électrode.
- Rincer l'électrode et l'immerger dans de l'eau déminéralisée.



- pH-mètre -

### 3) La conductivité

On utilise un conductimètre et on lit directement la valeur en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ou  $\text{enmS}/\text{cm}$ .



- Conductimètre -

#### 4) La DBO<sub>5</sub>

La demande biochimique en oxygène (DBO) c'est la quantité d'oxygène consommée à 20 °C et à l'obscurité pendant un temps donné, pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau. On utilise conventionnellement la DBO<sub>5</sub>, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommé après 5 jours d'incubation. La DBO<sub>5</sub> n'est représentative normalement que de la pollution organique carbonée biodégradable.

##### *a. Principe*

Mesure de l'oxygène consommé en cinq jours, par un échantillon dilué avec de l'eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placé dans une enceinte thermostatée à 20°C.

##### *b. Mode opératoire*

La DBO<sub>5</sub> a été mesurée à l'aide d'un DBO-mètre (WTW TS 606/2). A 164 ml d'eau à analyser, sont ajoutés deux pastilles de NaOH (Fischer scientifique) et incubé les oxitops durant cinq jours à 20°C à l'obscurité. Les résultats sont exprimés en «mg/l d'O<sub>2</sub>».



- Réfrigérateur pour DBO<sub>5</sub> et DBO-mètre -

#### 5) La DCO

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la consommation globale à chaud, de l'oxygène du dichromate de potassium et est représentative de la majeure partie des composés organiques ainsi que des sels minéraux oxydables.

##### *a. Principe*

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de bichromates de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate mercure.

##### *b. Matériel*

Eau distillée, Spectrophotomètre, pipettes jaugées classe A 2,00 ml (unité), un réacteur DCO (unité), un adaptateur de tube DCO (unité), tube de réactifs pour digestion DCO (unité) fort concentration.

### ***c. Mode opératoire (Spectrophotomètre)***

Pour la mesure de la DCO, on utilise des tubes de réactif DCO, la mesure s'effectue comme suit :

1. On prend 2ml de l'échantillon de l'eau distillée, qu'on ajoute séparément au contenu de deux tubes de réactifs (2ml chacun).
2. Préchauffer le réacteur DCO à 150 °C.
3. On effectue la digestion des matières oxydables en les maintenant durant deux heures à la même température 150°C.
4. On retire les tubes et on attend le refroidissement à température ambiante.
5. On mesure la DCO dans le Spectrophotomètre.



**- Plaque chauffante des tubes de réactifs DCO -**

## **6) Les matières en suspensions (MES)**

Le paramètre MES englobe tous les éléments en suspension dans l'eau:

MES = MMS (matières minérales en suspension) + MVS (matières volatiles en suspension).

### ***a. Principe***

La technique de mesure consiste à filtrer l'eau à analyser sur une membrane filtrante. La différence de poids de la membrane avant et après filtration, nous donnera la teneur en matières en suspensions de l'eau après avoir séché à l'étuve à 150°C.

### ***b. Matériel***

Entonnoir, papier filtre, étuve, une pipette de 100 ml et un dessiccateur.

**c. Mode opératoire**

Peser le papier filtre. Après séchage de celui-ci à l'étuve à 105°C. Durant une heure de refroidissement au dessiccateur. Filtrer l'échantillon d'eau à analyser, sécher le filtre à l'étuve (150°C) jusqu'à ce que le poids reste constant après refroidissement.



**- Dessiccateur -**

**7) Les nitrates**

**• Méthode au Salicylate de sodium**

**a. Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalisylate de sodium, coloré en jaune susceptible d'un dosage colorimétrique.

**Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Dans une série de fioles jaugées de 50 ml, introduire successivement.

Numéros des fioles	<b>T</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Solution étalon d'azote nitrique à 0,005 g/l	0	1	2	5	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	5	0
Correspondance en mg/l d'azote nitrique	0	0,5	1	2,5	5
Solution de salicylate de sodium (ml)	1	1	1	1	1

Evaporer à sec dans une étuve portée à 75-80 °C (ne pas réchauffer trop longtemps) reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau bi-distillée puis 15 ml de d'hydroxyde de sodium et tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au



spectromètre à la longueur d'onde de **415 nm**. Soustraire des densités optiques lues pour les étalons, la valeur relevée pour le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.

### ***b. Mode opératoire***

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage, préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau bi-distillée, effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'ondes de **415 nm** et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

### ***c. Expression des résultats***

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe d'étalonnage donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) multiplier ce résultat par 4,34.

## **8) les nitrites**

### **• Méthode au réactif de Zambelli**

#### ***a. Principe***

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions  $\text{NO}_2^-$  un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

#### ***Etablissement de la courbe d'étalonnage***

Dans une série de fioles jaugées à 50 ml et numérotées introduire successivement en agitant après chaque addition :

Numéro de fioles	<b>T</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
Solution fille étalon à 0,0023g/l de $\text{NO}_2^-$ (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée (ml)	50	49	45	40	35	30
Réactif de Zambelli (ml)	2	2	2	2	2	2

Attendre 10 minutes et ajouter :

Ammoniaque pure (ml)	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg/l de $\text{NO}_2^-$	0	0,046	0,23	0,46	0,63	0,92

Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de **435 nm**. Construire la courbe d'étalonnage.

**b. Mode Opérateur**

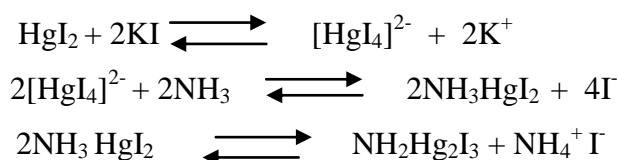
Prélever 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de réactif de Zambelli. Agiter et laisser au repos 10 minutes. Ajouter ensuite 2 ml d'ammoniaque pure ; effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 435 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

**c. Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe d'étalonnage donne directement la teneur en  $\text{NO}_2^-$  exprimée en milligramme par litre d'eau.

**9) l'azote ammoniacal****• Méthode de Nesslerisation****a. Principe**

La méthode colorimétrique usuelle est la nesslerisation. Le réactif de Nessler est un mélange, en milieu alcalin, d'iodure de potassium KI et d'iodure mercurique  $\text{HgI}_2$ . En présence d'ammoniac, on obtient un composé jaune - orangé.



L'intensité de la couleur est proportionnelle à la quantité initiale d'azote ammoniacal contenue dans l'échantillon.

**Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Dans une série de fioles jaugées de 100 ml préparer les dilutions suivantes

Numéros de fioles	<b>T</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
Solution étalon à 10mg/l	0	1	4	8	12	16
Eau distillée (ml)	100	100	100	100	100	100
Correspondance en mg/l	0	0,1	0,4	0,8	1,2	1,6

**b. Mode opératoire**

A 100 ml d'échantillon ajouter, au besoin 1 goutte d'arsénite et 1 ml de la solution de sulfate de zinc. Ajuster le pH à 10,5 par addition de NaOH puis laisser reposer quelques minutes. Il se forme un floc danse. Laisser décanter, filtrer la solution surnageante. Rejeter les 25 premiers ml de filtrat après cela prélever 50 ml de filtrat et lui ajouter 1 goutte d'EDTA et 2 ml de réactifs de Nessler tout en ayant soin de bien mélanger. Laisser la couleur se développer 20 minutes et même 30 minutes pour les faibles concentrations puis mesurer à l'aide de spectromètre à longueur d'onde de  $\lambda = 420 \text{ nm}$  l'absorbance de l'échantillon.

**c. Expression des résultats**

La valeur lue sur le spectrophotomètre on doit lui soustraire la valeur lue pour le témoin, et on se rapportant à la courbe d'étalonnage on aura la concentration en azote ammoniacal en (mg/l) de l'échantillon.

**10) NTK (Azote total Kjeldahl)**

- Un appareil électrique de minéralisation – distillation selon KJELDAHL à quatre postes, avec collecteur de fumée ;
- Huit ballons Kjeldahl, capacité 300ml ;
- Un appareil à distiller de KJELDAHL, capacité 300ml ;
- Une micro burette de précision de 10ml, graduation au 1/20<sup>ème</sup> ml.



**- Spectrophotomètre -**

## Etat actuel de quelques ouvrages de la STEP de BBA

### 1) Déversoir d'orage



Vanne Batardeau complètement usée

### 2) Poste de relevage



Pompe submersible : Usure avancée (plusieurs réparations)



Système de manutention : Complètement usé (hors service)





**Système ultrason de niveau (Défectueux à l'arrêt)**



**Dessaleur-Déshuileur (Usure avancée)**

### 3) Dégrilleur mécanisé



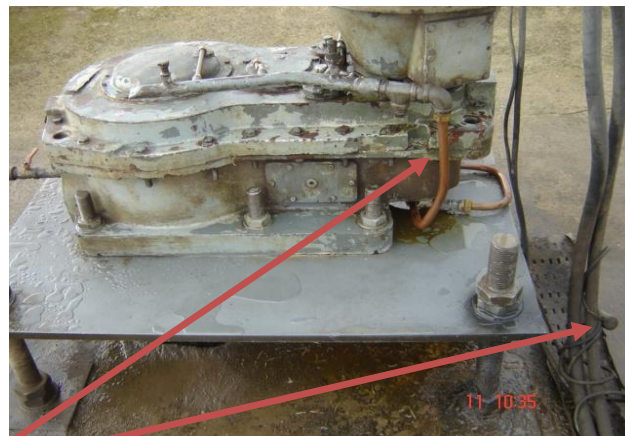
**Usure très avancée (plusieurs réparations)**



**Surpresseur d'air de brassage : Dégradé (plusieurs réparations)**



**4) Basins d'aération : 06 aérateurs usure avancé (plusieurs réparations)**



Aérateurs complètement vétustes (Plusieurs réparations et modifications)



**Turbine de l'aérateur : Corrodée et déséquilibrée (aillette cassée)**



Réducteur d'aérateurs (hors service)



Engrenage (axe et couronne) cassé

## 5) Clarificateur



Un pont racleur défectueux : hors service



Corrosion avancée (plusieurs réparations)

## 6) Recirculation des boues



Vis d'Archimède (recirculation des boues) : Vétuste



Pompe à boues épaissies : Vétuste (Plusieurs réparations)

## 8) Lit de séchage



Lit à sable : système archaïque



# PLAN Mass STEP BBA

