

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE GHARDAIA**

N°d'ordre

:

---

**FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

**Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTRE**

**Domaine : Science et Technologie**

**Filière : Hydraulique**

**Spécialité : Science de L'eau et de L'environnement**

**PAR :**

**M<sup>elle</sup>: BEN HEDID Rihab**

**THEME:**

**EPURATION DES EAUX USEES PAR LAGUNAGE AERE  
DE LA REGION D'OUARGLA EVOLUTION ET CONDITIONS  
OPTIMALES**

**Soutenu publiquement le 02/06 /2015**

**Jury:**

<b>M<sup>r</sup>: BENNOUNA M<sup>ed</sup> SALAH</b>	Maître Assistance A Univ. Ghardaia	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup>: MECHRI BACHIR</b>	Maitre Assistance A Univ. Ghardaia	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>r</sup>: BABA ELAARBI ELIAS</b>	Maitre Assistance B Univ. Ghardaia	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>r</sup>: HAMMADI BELKACEM</b>	Maitre Assistance A Univ. Ghardaia	<b>Encadreur</b>

**ANNEE UNIVERSITAIRE: 2014/2015**

# Remerciements

*Tout d'abord je remercie le bon ALLAH pour tous.*

*A l'issu de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aide tout le long de mon travail.*

*Ma reconnaissance va plus particulièrement à :*

*Mon encadreur Mrs HAMMADI Belkacem pour le savoir qu'il m'a transmis, l'intérêt qu'il m'a accordé les conseils qu'il m'a donné, et surtout pour tout le temps qu'il m'a consacré pour élaborer ce modeste travail par la meilleure façon .*

*A mes parents pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard.*

*Je remercie très chaleureusement mes amis de la promotion hydraulique, sur toutes mes copines Zakaria, Amina, Selma, Zineb, Oussama, Marouane pour tous les bons moments qu'on a passés ensemble.*

*Je remercie toute personne ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail*

*B. RIHAB*



# DEDICACES

*Je dédie ce modeste Travail à :*

*A Mon très chers parents*

*A Mes sœurs : Ibtissem, Nour, Manal... Ikhlās.*

*A tous mes grandes familles : BEN HEDID et BRIHMET*

*Sur tout mon oncle Abd Elrahmane.*

*A mon cher neveu SOFIANO*

*A mes chères amis BICHI Amina.*

*Madjda, chouaib, selma, Hamza*

*Et tous ceux qui ont contribué de près ou de Loin à ma  
formation*



*BEN HEDID Rihab*

# *Sommaire*

Résumé.....	
Liste des abréviations.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des figures.....	
Liste des photos.....	
Introduction général.....	2

<b>PARTIE THEORIQUE</b>
-------------------------

<b>Chapitre 1 Généralités sur les eaux usées</b>
--

1.1	Introduction.....	5
1.2	Définitions.....	6
1.3	La répartition des eaux usées domestiques suivants leurs origine.....	7
1.4	L'origine de la pollution des eaux.....	7
1.4.1	Les polluants chimiques.....	8
1.4.2	Les polluants biologiques.....	8
1.5	Les caractéristique des eaux usées.....	9
1.5.1	Les paramètres physiques.....	10
1.5.2	Les paramètres chimiques.....	11
1.6	Les systèmes d'évacuation des eaux usées.....	13
1.6.1	Réseau unitaire.....	14
1.6.2	Réseau séparatif.....	15
1.6.3	Réseau pseudo-séparatif.....	16
1.7	Les effets des eaux usées.....	17

## Chapitre 2. Traitement des eaux usées

2.1.	Introduction.....	20
2.2.	L'épuration technique.....	20
2.2.1.	Les phases de traitements.....	21
2.2.1.1.	Prétraitement.....	22
2.2.1.2.	Le traitement primaire.....	25
2.2.1.3.	Le traitement secondaire.....	27
2.2.1.3.1.	Traitement biologiques.....	27
2.2.1.3.2.	Traitement physico-chimique.....	28
2.2.1.4.	Traitement tertiaire.....	30
2.2.1.4.1.	Chloration.....	30
2.2.1.4.2.	L'ozonation.....	30
2.2.1.4.3.	Traitement par UV.....	31
2.2.1.4.4.	Elimination de l'azote et du phosphore.....	31
2.2.	Les différents types d'épuration des eaux usées.....	31
2.2.1.	Epuration par cultures libres.....	31
2.2.2.	Epuration par Boues activées.....	32
2.2.3.	Epuration par Filtres à sable.....	34
2.2.4.	Epuration par lagunage.....	35
2.2.5.	Epuration par cultures fixes.....	37
2.2.5.1.	Les lits bactériens.....	37
2.2.5.2.	Disques biologique.....	38
2.2.5.1.1.	Technologie des disques biologiques.....	39

## **Chapitre 3 le lagunage aéré**

3.1.	Introduction et historique.....	41
3.2.	Définition.....	41
3.3.	Principe de lagunage aéré.....	42
3.4.	Mécanismes Epuration dans le lagunage.....	42
3.5.	STEP de lagunage aéré.....	44
3.5.1.	Conception et fonctionnement de la station d'épuration de Ouargla.....	44
3.5.1.1.	prétraitement.....	46
3.5.1.2.	traitement biologique par lagunage aéré.....	48
3.5.1.3.	traitement des boues .....	51

## **Partie Pratique**

## **Chapitre 4. Matériel et Méthodes**

4.1.	Introduction.....	57
4.2.	Présentation de la zone d'étude.....	57
4.3.	Localisation des points de prélèvement.....	57
4.4.	Echantillonnage des eaux.....	58
4.5.	Objectifs.....	59
4.6.	Méthode.....	59
4.7.	Appareillage.....	59
4.8.	Réactifs et matériel utilisés.....	60
4.8.1.	Détermination de la conductivité électrique et température et la salinité.....	60
4.8.2.	Détermination de Ph.....	61
4.8.3.	Détermination des matières en suspension (MES).....	62
4.8.4.	Détermination de l'oxygène dissous.....	63
4.8.5.	Détermination de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , N total.....	64

4.8.6. Détermination d'Azote total Méthodes Spectrométrique.....	66
4.8.7. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	67
4.8.8. Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO5).....	69

<b>Chapitre 5. Résultats et discussions</b>
---

5.1. Introduction.....	71
5.2. Calcul des taux d'épuration.....	71
5.3. Évolution de la tenue des éléments physico-chimiques.....	71
5.3.1. Évaluation de pH dans le Temps.....	71
5.3.2. Evaluation de la température dans le Temps.....	73
5.3.3. Evaluation de matières en suspension (MES) dans le Temps.....	74
5.3.4. Evaluation de la demande biologique en oxygène DBO5 dans le Temps.....	76
5.3.5. Evaluation de demande chimique oxygène DCO (mg/l) dans le Temps.....	79
5.3.6. Evaluation d'ammonium NH <sub>4</sub> (mg/l) dans le Temps.....	81
5.3.7. Evaluation de nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) dans le Temps.....	82
5.3.8. Evaluation de nitrates (N-NO <sub>3</sub> ) dans le Temps.....	84
5.3.9. Evaluation de P- PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -mg/l dans le Temps.....	86
5.3.10. Rapport DCO/DBO5.....	87
Conclusion générale.....	90
Bibliographies.....	91

## RESUME

Le but de cette étude est le suivi de l'évaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées qui traitées dans la station d'épuration après et avant le traitement, pendant cinq mois (Janvier, Février, Mars, Avril, et Mai) pour étudier les performances épuratoires des polluants des eaux.

Les résultats atteints que les performances épuratoires sont bons et se situent au-delà de 73% pour la plupart des paramètres considérés. En effet les taux moyennes de rabattement calculés sont de l'ordre de 61.75% (MES), 82.99% (DBO5), 75.10% (DCO), et avec des taux moyens de rabattements assez acceptables pour les autres paramètres 21.15% (NH<sub>4</sub>), 27.82% (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), 19.16% (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et 19.37% (Pt) durant les cinq mois de suivi.

Ces performances sont dans l'ensemble proches aux gammes des performances exigées par la législation algérienne et peuvent être améliorées après un bon développement et une bonne couverture des lagunes.

L'expérience de traitement des eaux usées par lagunage aéré à Station d'épuration de Said Otba (Ouargla) ou elle montre quel rendement épuratoire actuel et acceptable et que les installations, le fonctionnement et la maintenance sont moins coûteux et plus bénéfiques pour l'environnement.

**Mots-clés :** les eaux usées, épuration, lagunage aéré, paramètres de pollution, les performances épuratoires



## ABSTRACT

The wastewater treatment by stabilization ponds techniques were known in Algeria considerable development in recent years, these techniques use in the treatment of wastewater treatment station of wilaya of Ouargla.

To do this, we follow the evaluation of physico-chemical parameter of wastewater treated in the STEP before and after treatment for five months (January, February, March, April and May) to study the performance of purifying water pollutants.

The treatment performance are generally good and are vary beyond 73% for most parameters. In fact, the average rate is calculated drawdown of about 61.75% (MES), 82.99% (DBO5), 75.10% (DCO), and with fairly acceptable means drawdown rates for other parameters 21.15% (NH<sub>4</sub>), 27.82% (NO<sub>2</sub>-), 19.16% (NO<sub>3</sub>-) et 19.37% (Pt) during the five-month follow-up

These performances are generally close to the ranges of performance required by Algerian law and may be improved after a good development and good coverage of lagoons.

The experience of waste stabilization ponds by STEP water Said Otba (Ouargla) or it shows how current and acceptable treatment efficiency and facilities, operation and maintenance are less expensive and more beneficial to the environment

**Keywords:** wastewater, epuration, lagunage, parameters of pollution. The performance of purifying

## الملخص

الهدف من الدراسة هو متابعة تطور المعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه القذرة المعالجة في محطة معالجة مياه الصرف قبل وبعد العلاج خلال خمسة أشهر ( جانفي، فيفري، مارس، أفريل، ماي) لدراسة أداء تقنية الملوثات الموجود في المياه

النتائج المتحصل عليها لأداءات التصفية جيدة حيث تفوق نسبة 73 لأغلبية العوامل الملوثة المستهدفة، في الواقع تم تسجيل نسب جيدة لتخفيضات المحسوبة هي على الترتيب الآتي:

61.75% (MES), 75.10%(DCO), 82.99%(DBO<sub>5</sub>)

مع نسب متوسطة للتخفيضات مقبولة بالنسبة للعوامل الأخرى

19.37% (Pt) و 19.16%(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 27.82%(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), 21.15% (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) خلال خمسة أشهر المتابعة

وهذه الأداءات في العموم قريبة من الأداء المطلوبة في التشريع الجزائري، ويمكن تحسينها بتطوير تغطية جيدة

للأحواض

التجربة لمعالجة المياه المستعملة بواسطة الأحواض الطبيعية في محطة تطهير المياه المستعملة سعيد عتبة

في ورقلة حيث تظهر فيها مردودية التصفية الحالية بشكل مقبول بالإضافة الى كون التركيب التوظيف والصيانة أقل تكلفة

وأكثر نفعا لمحيط

**الكلمات المفتاحية:** المياه المستعملة، التصفية، أحواض التهوية، معايير التلوث، أداء تقنية الملوثات

# Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> les réseaux unitaire.....	14
<b>Figure 1.2</b> les Réseau séparatifs.....	15
<b>Figure 2.1</b> grille mécanique droite.....	23
<b>Figure 2.2</b> Grille mécanique courbe.....	24
<b>Figure 2.3</b> Schéma d'un décanteur primaire.....	26
<b>Figure 2.4</b> Schéma de coagulation et floculation.....	29
<b>Figure 2.5</b> Types d'aération.....	33
<b>Figure 2.6</b> Schéma représentatif d'un système de boues activées.....	34
<b>Figure 2.7</b> Lits bactériens.....	38
<b>Figure 2.8</b> Synoptique d'une station d'épuration un disque biologique.....	39
<b>Figure 2.9</b> disques biologiques.....	40
<b>Figure 3.1</b> STEP d'Ouargla (Said Otba).....	45
<b>Figure 3.2</b> Regard de dégazage.....	46
<b>Figure 3.4</b> Dégazateur.....	47
<b>Figure 3.5</b> : Répartisseur.....	48
<b>Figure 3.6</b> : Lagune d'aération.....	49
<b>Figure 3.7</b> La lagune de finition.....	50
<b>Figure 3.8</b> Canales de transport des eaux usées et des eaux de drainage.....	51
<b>Figure 3.9</b> Lits de séchage.....	52
<b>Figure 5.1</b> Variations de pH des eaux usées brutes et traitées dans le temps.....	72
<b>Figure 5.2</b> Variations de T (C°) des eaux usées brutes et traitées dans le tem.....	73
<b>Figure 5.3</b> Variations de MES des eaux usées brutes et traitées dans le tem.....	75
<b>Figure 5.4</b> . Evaluation le taux d'épuration maximal de MES .....	76
<b>Figure 5.5</b> . Variations de DBO <sub>5</sub> , des eaux usées brutes et traitées .....	77
<b>Figure 5.6</b> . Evaluation le taux d'épuration maximal de DBO <sub>5</sub> .....	78
<b>Figure 5.9</b> Variations d'ammonium N-NO <sub>4</sub> des eaux usées brutes et traitées.....	81
<b>Figure 5.10</b> Evaluation le taux d'épuration maximal de N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	82
<b>Figure 5.11</b> . Variations de nitrite des eaux usées brutes et traitées.....	83
<b>Figure 5.12</b> . Variations de nitrates des eaux usées brutes et traitées.....	84
<b>Figure 5.13</b> . Evaluation le taux d'épuration de N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	85
<b>Figure 5.14</b> variations de P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> --des eaux usées brutes et traitées.....	86
<b>Figure 5.14</b> Evaluation le taux d'épuration de P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .....	87
<b>Figure 5.15</b> Variation de Rapport DCO/DBO <sub>5</sub> dans le temps.....	88

## *Liste des photos*

<b>photo 4.1</b> Echantillonneur moyen.....	58
<b>Photo 4.2</b> Conductimètre.....	60
<b>Photo 4.3</b> Un pH- metre.....	61
<b>Photo 4.4</b> unité de filtration avec une pompe à vide.....	63
<b>Photo 4.5</b> Oxymètre.....	64
<b>Photo 4.6</b> Réactifs DCO.....	68
<b>Photo 4.7</b> Réacteur DCO.....	68
<b>Photo 4.8</b> Spectrophotomètre .....	68

## *Liste des abréviations*

<b>Abréviation</b>	<b>Désignations</b>
<b>pH</b>	<b>Potentiel d'hydrogène</b>
<b>MES</b>	<b>Les Matières En Suspension</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>La demande biochimique en oxygène</b>
<b>DCO</b>	<b>La demande chimique en oxygène</b>
<b>STEP</b>	<b>Station d'épuration des eaux usée</b>
<b>ONA</b>	<b>Office National de l'Assainissement</b>
<b>FAO</b>	<b>Food and Agricultural Organisation</b>
<b>OMS</b>	<b>Organisation Mondiale de la santé</b>
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>Nitrite</b>
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>Nitrate</b>
<b>P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	<b>Ortho Phosphore</b>
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>Azote ammoniacal</b>
<b>Odiss</b>	<b>L'oxygène dissous</b>
<b>CE</b>	<b>Conductivité Electrique</b>
<b>DREW</b>	<b>Direction de Ressource en Eau de la Wilaya</b>

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1.1</b> Coefficient de biodégradabilité.....	13
<b>Tableau 3.1</b> Base de dimensionnement Lagune d'aération.....	43
<b>Tableau 4.1</b> Volume d'échantillon d'après la DCO.....	69
<b>Tableau 5.1</b> Evaluation de pH durant les cinq moins.....	72
<b>Tableau 5.2</b> Evaluation de T (C°) durant les cinq moins.....	73
<b>Tableau 5.3</b> Evaluation le taux d'épuration de MES durant les cinq moins.....	75
<b>Tableau 5.4</b> Evaluation le taux d'épuration de DBO <sub>5</sub> durant les cinq moins.....	77
<b>Tableau 5.5</b> Evaluation le taux d'épuration de DCO durant les cinq moins.....	79
<b>Tableau 5.6</b> Evaluation le taux d'épuration de N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> durant les cinq moins.....	81
<b>Tableau 5.7</b> Evaluation le taux d'épuration de N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l durant les cinq moins.....	83
<b>Tableau 5.8</b> Evaluation le taux d'épuration de N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> durant les cinq moins.....	84
<b>Tableau 5.9</b> Evaluation le taux d'épuration de P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> durant les cinq moins.....	86
<b>Tableau 5.10</b> Evaluation le taux d'épuration DCO /DBO <sub>5</sub> durant les cinq moins.....	87

# *Introduction générale*

## Introduction générale

L'eau est une ressource vitale pour les êtres vivants, sa survie et son alimentation; elle est également indispensable pour ses activités agricoles, industrielles et touristiques, et la qualité de son environnement.

En effet, avec l'expansion des villes et l'évolution des modes de consommation, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées qui sont rejetées, le plus souvent, sans traitements et de façon directe en milieu naturel.

Le traitement des eaux usées est devenu un impératif et un enjeu social et environnemental incontournable puisqu'un effluent non traité contamine le milieu naturel et celui de l'homme compte tenu des risques sanitaires qu'il présente.

Les méthodes conventionnelles d'assainissement sont efficaces mais soulèvent un certain nombre de contraintes : elles ne sont pas écologiques (production de boues) et nécessitent de lourds investissements, il convient donc de trouver des méthodes à bas coût capables de traiter efficacement les eaux.

En cela, les systèmes de traitement des eaux par lagunage sont une alternative adéquate. Elles fonctionnent comme assimilateurs biologiques en retirant des composés tant biodégradables que non biodégradables, ainsi que les micro-organismes pathogènes.

C'est dans ce cadre que la ville de Ouargla s'est dotée en 2009 d'une station d'épuration de lagunage aéré; Cette station se fixe comme objectifs de:

- Evacuer l'effluent sans altérer la qualité du milieu récepteur superficiel, ainsi que les ressources en eau tant superficielles que souterraines.
- Suppression des apports hydriques à la nappe superficielle
- Valorisation des effluents traités (valorisation agricole).

Notre travail vise la contribution à l'étude des performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage aéré à Ouargla, à partir de l'examen des résultats des analyses des eaux usées avant et après leur traitement.

Nous essayons de répondre aux questions suivantes :

- ☞ Est-ce que ce procédé d'épuration est efficace dans cette région notamment au niveau des charges polluantes?
- ☞ Quelles sont les rendements épuratoires de ce procédé ?



☞ La qualité de ces eaux épurées, est-elle conforme aux normes de rejet et apte pour une utilisation agricole?

Notre manuscrit est composé de :

Une première partie bibliographique qui regroupe le nécessaire des connaissances théoriques en rapport avec notre thème, elle est subdivisée en trois chapitres

- **1<sup>er</sup> Chapitre** : est consacré, d'une part, à la connaissance des eaux usées et leur origine et aux paramètres de pollution des eaux et d'autre part aux traitements que doivent subir les eaux usées avant d'être rejetées en milieu naturel
- **2<sup>ème</sup> Chapitre** : étudie les différentes techniques de traitement des eaux usées
- **3<sup>ème</sup> Chapitre** : étudie détaillée sur le lagunage aéré.

Une deuxième partie expérimentale qui se subdivise en deux chapitres :

- **4<sup>ème</sup> Chapitre** : on donne les différentes méthodes et le matériel utilisé pour la réalisation des différentes expériences
- **5<sup>ème</sup> Chapitre** : représente les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations, on termine notre mémoire par une conclusion et des recommandations.

# *Partie théorique*

# *Chapitre 1*

## *Généralités sur Les eaux usées*

## **1.1 Introduction**

La pollution de l'environnement par des eaux usées insuffisamment ou mal traitées au-delà de la dégradation de l'écosystème contamine les ressources en eau potable et représente l'une des causes majeures de maladie chez l'homme dans le monde (quelques 3.5 million de personnes, soit environ 9.000 personnes par jour principalement des enfants de moins de 5ans meurent chaque année de maladies causées par des pollutions liées aux égouts non traités tels que: diarrhée, choléra et typhoïde néanmoins ce ne sont pas les eaux usées qu'il faut incriminer mais il faut traiter et gérer certains de leurs composants en particulier la matière fécale l'une des substances les plus riches et productives qui soient les excréments (appelés communément "eaux noires" lorsqu'ils sont mélangés à l'eau) contiennent beaucoup de nutriments deux des plus recherchés. L'azote et le phosphore souvent appelés « facteur limitant »

## 1.2 Définitions

Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel.

Aujourd'hui : on parle de plus notions des eaux usées :

Les eaux claires, les eaux grises, les eaux noires, les eaux domestiques, les eaux industrielles.

- **Notion d'eaux claires :**

Les eaux claires sont synonymes des eaux pluviales collectées dans les réseaux d'assainissements

- **Notion d'eaux noires :**

Désigne les eaux usées provenant des toilettes. Elles contiennent des matières fécales et souvent des germes pathogènes et des produits toxiques.

Ces termes sont surtout utilisés dans le domaine du traitement et recyclage des eaux usées.

- **Notion d'eaux grises :**

Désigne les eaux usées ménagères provenant des douches, baignoires et du lavage du linge et de la vaisselle. C'est de l'eau savonneuse légèrement souillée. Les eaux grises représentent 50 % des eaux usées ménagères.

- **Notion d'eaux domestiques :**

Sont énumérées comme étant notamment celles issues des installations sanitaires, des cuisines, du nettoyage des bâtiments, des lessives à domicile, de certains petits établissements et qui sont destinées à être déversées dans une station d'épuration (**Gobert et Husson**)

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques dégradables et des matières. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension (**Pronost, 2005**)

- **Notion d'eaux industrielles :**

Les eaux industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles peuvent contenir des substances organiques ou minérales corrosives.

Les substances sont souvent odorantes, et colorées, et parfois toxiques et peuvent rompre l'équilibre écologique des milieux récepteurs.

Les eaux évacuées par les industries sont (**Haouati, 2005**)

- Les eaux de fabrication qui dépendent de la nature de l'industrie ;
- Les eaux de lavage des machines ;
- Les eaux de refroidissement qui dépendent du taux de recyclage.

### **1.3 La répartition des eaux usées domestiques suivants leurs origine**

Les Eaux usées domestiques: Les constatées établies sur les eaux usées domestiques on les présentement comme suit:

Avec les toilettes à chasse d'eau nous mélangeons les eau jaunes (urine avec sans chasse d'eau) et les eaux brunes (fesses + chasse d'eau+ papier toilettes si usage, à leur tour se transforment en eaux noires, et les eaux grises (eau de douche, de lavage et de cuisine), donc les eaux noires et les eaux grises forment les deux types des eaux usées domestiques et pour bien analyser la composition des eaux usées selon les deux types cités ci-dessus, on les développe selon la démarche suivante:

- a. Les eaux noires se constituent des excréments, les derniers regroupent (fesses et urine), chasse d'eau, eaux de toilette anale et matériaux solide de toilette anale,
- b. Les eaux grises de constituent des eaux de douches, eaux de lavage et eau de cuisine.

(**Hammadi.2009**)

### **1.4 L'origine de la pollution des eaux**

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, du niveau de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau ou autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature.

En entend par la pollution de l'eau, la modification néfaste de la composition des eaux par l'ajout des substances susceptibles d'altérer leur qualité, leur aspect esthétique et compromettre leur consommation.

L'agent polluant peut être de nature physique, chimique, ou biologique, il provoque soit un gêne, une nuisance ou une contamination.

#### **1.4.1 Les polluants chimiques**

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements des polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles.

Le plus souvent, ces industries rejettent dans le milieu naturel plusieurs catégories de polluants dont les plus menaçants sont les métaux lourds.

Les polluants chimiques, sont classés à l'heure actuelle en quatre (04) catégories : les substances chimiques dites « indésirables », les pesticides, les substances toxiques « métaux lourds, hydrocarbure », les détergents et des colorants.

Parmi la pollution chimique en distingue:

- **Pollution minérale :**

La pollution minérale, due essentiellement aux rejets industriels modifie la composition de l'eau. Si certains éléments sont naturellement présents et sont indispensables au développement de la vie, un déséquilibre de ces mêmes éléments perturbe la croissance végétale et provoque des troubles physiologiques chez les animaux. D'autres comme les métaux lourds hautement toxiques vont s'accumuler dans certains tissus vivants et constituer une pollution pour les espèces situées enfin de chaîne alimentaire.

- **La pollution par les hydrocarbures :**

Les déversements accidentels et à grande échelle de produits pétroliers sous forme liquide, sont une cause importante de la pollution des rivages.

Les hydrocarbures peuvent entraîner de grandes catastrophes biologiques .Les marées noires ont généralement de graves conséquences sur les plages ;

Les contaminations accidentelles par les produits pétroliers raffinés (le mazout et benzène) et les huiles peuvent atteindre les eaux de surface et les sources situées à proximité d'installations pétrolières.

#### **1.4.2 Les polluants biologiques**

Les eaux usées évacuent la matière fécale et les urines des populations. Elles sont chargées en germes intestinaux habituels de l'homme, germes pathogènes et des parasites ... etc., parmi lesquels on peut citer:

- **Escherichia :**

C'est une bactérie peu ou pas pathogène, hôte normal de l'intestin et des voies excrétrices de l'homme et des animaux à sang chaud et peut être même à sang froid. Elle représente la majeure partie des coliformes fécaux. E. Coli est un bon indicateur de contamination fécale d'origine récente liée à la présence humaine.

- **Les Streptocoques :**

Ils forment un groupe hétérogène de bactéries pathogènes dont les caractéristiques morphologiques et métaboliques sont identiques. En revanche leurs caractéristiques génétiques, écologiques et pathogéniques diffèrent. Les streptocoques fécaux du type D (saprophytes habituels des voies rhinopharyngées et intestinales de l'homme et animaux) ont été choisis comme indicateurs d'une pollution fécale, en raison de leur rémanence plus élevée dans le milieu.

- **Les Salmonelles :**

Ce sont des microorganismes pathogènes, issus des matières fécales d'individus déjà contaminés (être humain ou animal). Les salmonelles sont recherchées en raison de la relative fréquence de leur présence, ainsi que l'importance du risque de maladie qu'elles peuvent entraîner: fièvre typhoïde... etc.

- **Les virus :**

Les virus sont présent eux aussi en quantité dans les effluents urbains (poliovirus, adénovirus...etc.) mais y sont rarement recherchés.

## **1.5 Les caractéristique des eaux usées**

Les eaux usées constituent un système complexe avec une panoplie de constituants dont la détermination et le dosage de tous (se éléments s'avèrent Presque impossible. C'est ainsi que certains paramètres ont été choisis dans le cadre de notre travail de diplôme pour caractériser les eaux usées



## 1.5.1 Les paramètres physiques

### 1.5.1.1 La température en °C

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable surtout en présence d'effluents industriels. Ce paramètre peut influencer sur la solubilité des sels, la concentration de l'oxygène dissout et sur l'activité microbienne.

### 1.5.1.2 Couleur et odeur

En général, la couleur et l'odeur ont été utilisées comme les premiers indicateurs de la pollution de l'eau.

La couleur d'une eau usée urbaine est grisâtre, mais certains rejets industriels (teinture, papeteries...) contiennent des colorants particulièrement stables. Il existe plusieurs gaz qui donnent des odeurs, résultant d'une fermentation ou décomposition, parmi lesquels on peut citer  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ...

### 1.5.1.3 Turbidité

La turbidité est liée à la présence dans l'eau usée des particules organiques diverses, argiles et des colloïdes ... etc.

### 1.5.1.4 La conductivité

Elle donne une idée sur la salinité de l'eau. Des variations de cette dernière peuvent influencer le traitement biologique et la décantation.

### 1.5.1.5 Les matières en suspensions (MES)

Ce sont des matières en suspension es contenues dans l'eau, qui ne sont ni à l'état soluble, ni à l'état colloïdale.

Elles comportent les matières organiques et les matières minérales, et sont généralement éliminées par la filtration. On distingue principalement:

- 1- Les matières en suspension séparables par décantation, qui sont les matières non dissoutes dans l'eau et qui se décantent sous certaines conditions ; de façon conventionnelle, elles se mesurent par le poids des boues décantées d'un échantillon d'un litre d'eau brute (mg/l) ;

- 2- Les matières en suspension non séparables par décantation : ce sont des matières non dissoutes filtrables et qui ne forment pas des sédiments. Elles se mesurent en (mg/l)

#### 1.5.1.6 Les matières volatiles sèches (MVS)

Elles représentent la fraction organique de MVS obtenue par calcination de ces MES à 525°C pendant deux heures. La différence de poids entre les MVS à 105°C et à 250°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en mg/l d'une eau. Elles constituent environ 70 à 80% de MES.

#### 1.5.1.7 Les matières minérales

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

#### 1.5.1.8 Les matières décantables et non décantables

Les matières décantables sont composées des matières en suspension qui sédimentent en deux heures dans une éprouvette. Cette analyse est surtout réalisée sur les effluents de sortie de certains ouvrages d'épuration, pour estimer le taux d'élimination de la pollution.

Par contre les matières non décantables, sont celles qui restent dans le surnageant et qui sont donc être dirigées vers un procédé de traitement biologique ou chimique.

#### 1.5.1.9 Le débit

Le principal intérêt de la mesure de débit est qu'il permet de quantifier la pollution rejetée par l'intermédiaire de (Equivalent habitants), qui exprime le volume d'eau usée moyen déversé par habitant et par jour. En effet, le débit constitue un élément de base pour la détermination de l'équivalent habitant.

### 1.5.2 Les paramètres chimiques

- **Paramètres spécifiques :**

#### 1.5.2.1 Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH indique la concentration en H<sup>+</sup> présent dans l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois: dans les propriétés physico-chimiques (acidité agressivité), dans le processus biologique et dans l'efficacité de certains traitements.

Les microorganismes tolèrent une gamme de pH relativement réduite :

- 5 à 9 en milieu aérobie ;
- 6 à 8 en milieu anaérobie.

### 1.5.2.2 L'azote et le phosphore (les nutriments)

Les nutriments sont des éléments qui peuvent se présenter dans les eaux usées urbaines, sous forme organique ou minérale.

Ils sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. La connaissance des quantités des nutriments contenus dans l'eau usée est donc indispensable pour le contrôle de la qualité des nutriments dans les effluents épurés avant de les rejeter dans le milieu récepteur.

D'autre part, l'azote et le phosphore sont des constituants essentiels de la matière vivante, leur présence est indispensable pour assurer le traitement par voie biologique.

Les études menées à ce sujet, montrent qu'un rapport DCO/DBO5/N/P est de 150/10/5/1, permet d'assurer un développement normal des microorganismes épurateurs en milieu aérobie.

### 1.5.2.3 Produits toxiques

Ceux-ci conditionnent l'adaptation des microorganismes à la présence de ces éléments en leur milieu.

Si la concentration de ces éléments dans ce milieu dépasse un certain seuil, une inhibition partielle ou totale des mécanismes d'épuration est à craindre.

### 1.5.2.4 L'oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau se fait en fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimiques, d'où son importance dans le phénomène de corrosion. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10mg/l. Elle dépend de l'origine de l'eau.

- **Paramètres globaux :**

### 1.5.2.5 Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

On entend par la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>), la quantité d'oxygène (O<sub>2</sub>) consommée dans les conditions de l'essai d'incubation durant cinq(05) jours à une température de 20°C et à l'obscurité, pour assurer la dégradation par voie biologique de certaines matières organiques présentes dans l'eau.

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.

La DBO d'une eau résiduaire est généralement inférieure à sa demande chimique en oxygène (DCO); cela s'est confirmé dans tous les échantillons examinés.

#### 1.5.2.6 Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) complète la mesure de la  $DBO_5$ , en tenant compte des matières organiques difficilement dégradables en cinq (05) jours, mais qui constituent une source de pollution potentielle, de plus, elle permet la mesure globale des matières organique biodégradable et réfractaire.

#### 1.5.2.7 Coefficient de biodégradabilité (DCO/ $DBO_5$ )

Le rapport (DCO/ $DBO_5$ ) exprime le degré de biodégradabilité de l'eau usée et nous renseigne donc sur le type de traitement à adopter.

<b>K : rapport (DCO/<math>DBO_5</math>)</b>	<b>Mode de traitement</b>
K=1	Pollution totalement biodégradable
$1 < K < 1.6$	Epuration biologique très possible
$1.6 < K < 3.2$	Traitement biologique associe à un traitement physico-chimique.
$K > 3.2$	Traitement biologique impossible.

**Tableau 1.1 coefficient de biodégradabilité**

#### 1.5.2.8 Le carbone organique total (COT)

Il ne représente que le carbone présent dans les composés organiques. La valeur de (COT), contrairement à la DBO, détermine complètement les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement, qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau et des effluents.

### 1.6 Les systèmes d'évacuation des eaux usées

Le réseau d'assainissement des eaux usées d'une agglomération a pour fonction de collecter ces eaux pour les conduire à une station d'épuration. La collecte s'effectue par l'évacuation des eaux usées domestiques, (et éventuellement industrielles ou pluviales)

Dans les canalisations d'un réseau d'assainissement appelé aussi collecteurs. Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait en général par gravité, c'est à dire sous l'effet de leur poids. Il peut parfois s'effectuer par refoulement, sous pression ou sous dépression

Les systèmes d'évacuation sont composés principalement de conduites à écoulement à surface libre, de canaux et fossés, et accessoirement de poste de pompage pour refouler les eaux vers les collecteurs. Habituellement, on considère trois catégories de systèmes d'évacuation, soit:

- L'égout combiné ou unitaire
- L'égout séparatif composé d'un égout sanitaire et d'un égout pluvial.
- L'égout pseudo-séparatif

Voilà quelques-uns le plus souvent utilisé pour l'évacuation des eaux.

### 1.6.1 Réseau unitaire:

Le système unitaire est l'héritage du « tout à l'égout », né vers 1830 à la suite des épidémies et du mouvement hygiéniste, dont la doctrine était « qu'on lave tout et qu'on évacue le tout à l'égout ».

Ce système utilise une seule conduite pour évacuer toutes les eaux, usées et pluviales mélangées

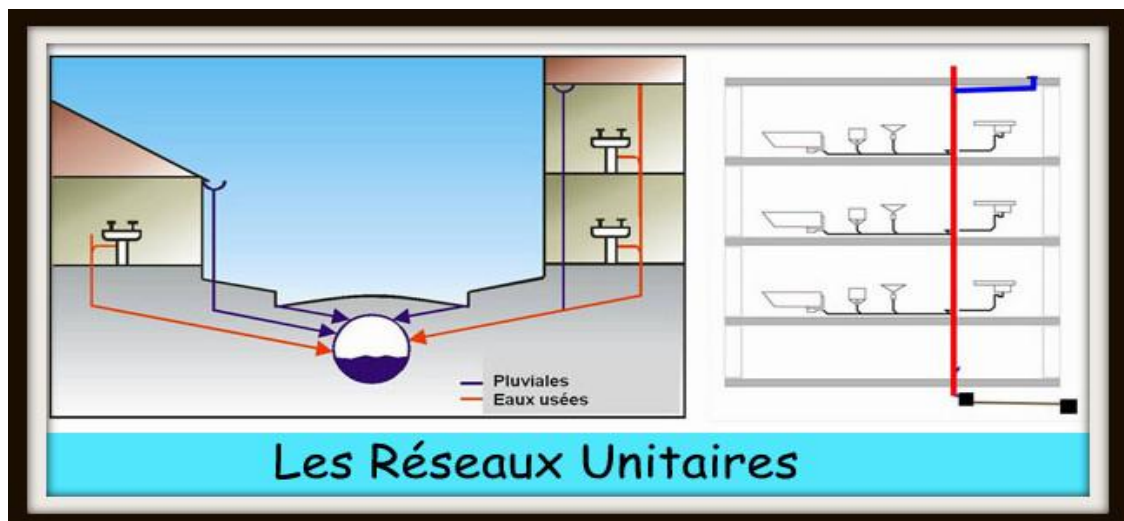


Figure 1.1 les réseaux unitaire (\*)

- **Avantages du réseau unitaire :**

- Le système unitaire présente l'avantage de la simplicité, puisqu'il suffit l'une canalisation unique dans chaque voie publique et d'un seul branchement pour chaque bloc d'immeuble.
- La collecte des eaux de « petites pluies » fortement souillées.

- **Inconvénients du réseau unitaire :**

- la station est perturbée par la variation des débits d'eau à traité,
- déversement par fois intempestifs qu'il convient de gérer au plus juste,
- formation des dépôts par temps sec,
- en cas d'orage, partie de pollution est rejetée directement dans le milieu récepteur.

### 1.6.2 Réseau séparatif

Le système séparatif consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents ; un réseau est affecté à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et ménagères) et des effluents industriels, sous la condition qu'ils aient des caractéristiques analogues aux usées domestiques, un autre réseau assure l'évacuation des eaux pluviales directement rejetées dans le milieu récepteur.

L'origine du système séparatif est liée à la création des stations d'épuration : l'on pensait alors les alimenter des seules eaux usées domestiques, sans eaux parasites et sans mauvais branchements.

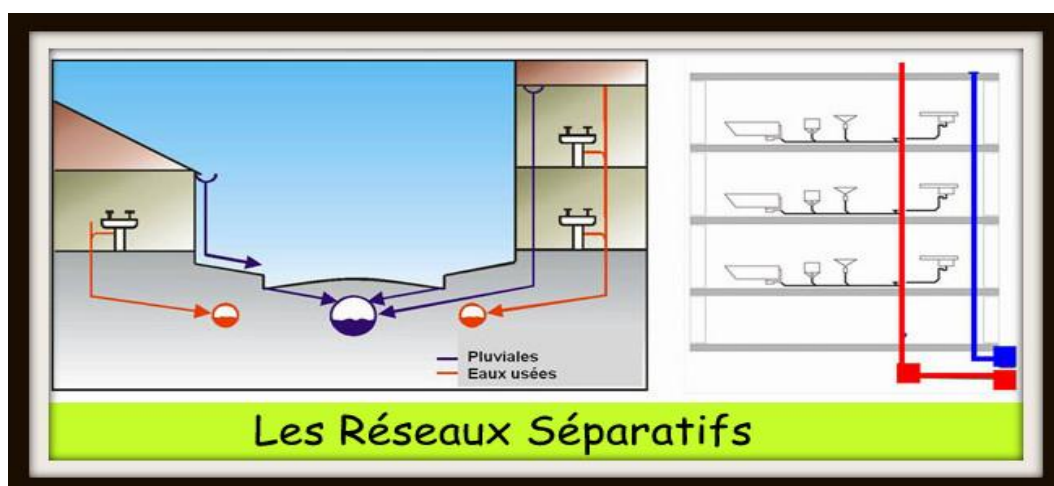


Figure 1.2 les Réseau séparatifs (\*\*)

- **Avantage du réseau séparatif :**

- il est le seul concevable si la population est relativement dispersée ?
- il permet le recours à des postes de relèvement ou refoulement que la faiblesse du relief imposerait,
- il permet d'évacuer rapidement et efficacement les eaux les plus polluées, sans aucun contact avec l'extérieur, ce qui n'est pas le cas du mode unitaire qui nécessite, en cas d'orage, le fonctionnement de déversoirs d'orage.

Il assure à la station d'épuration qui traite les eaux collectées au fonctionnement régulier, puisque les eaux à traiter ont les débits les plus faibles et les plus réguliers.

- **Inconvénients du réseau séparatif :**

- dépenses importantes entraînées par dédoublement du branchement

### 1.6.3 Réseau pseudo-séparatif

Le système pseudo-séparatif, actuellement peu préconisé dans la conception d'un nouvel équipement, est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- l'une provenant uniquement des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet objet par les services de la voirie municipale : caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature,
- l'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques.

- **Avantages du réseau pseudo-séparatif :**

- Concentration de la pollution à la station d'épuration
- Un seul branchement par immeuble

- **Inconvénients du réseau pseudo-séparatif :**

- Perturbation de la station d'épuration pour les apports des eaux pluviales ;
- Coût plus élevé par apport au réseau unitaire.

## 1.7 Les effets des eaux usées

Les conséquences immédiates ou différées d'un rejet d'eaux usées sur le milieu récepteur sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire. La présence de matières en suspension peut provoquer:

- le trouble de l'eau
- le dépôt de matières fermentescibles
- le blocage du mécanisme de photosynthèse
- la perturbation des conditions d'aération des eaux
- les matières dissoutes sont responsables
- de l'appauvrissement en oxygène du milieu, utilisé pour la dégradation des matières organiques et minérales biodégradables (sucre, sang, lait...).
- de la gêne des usagers situés à l'aval des rejets par matières difficilement biodégradable (colorant).

Certains éléments tels que le phosphore et l'azote sont à l'origine de la dégradation de la qualité des eaux en favorisant le développement inconsidéré des algues et autres végétaux (eutrophisation).

Les micropolluants sont responsables de goûts, de couleurs ou d'odeur inacceptables pour des eaux de bonne qualité. De plus, certains d'entre eux sont toxiques.

La pollution thermique doit également être citée. Elle contribue à réduire les teneurs en oxygène de l'eau (la dissolution de l'oxygène étant inversement proportionnelle à la température) et peut donc avoir des actions néfastes sur la faune.

Il convient d'ajouter à cette énumération les maladies à transmission hydrique (M.T.H) qui sont des affections d'origine bactérienne, parasitaires ou virales. Leur point commun est leur transmission par l'eau.

Selon la DSP (Direction de la Santé et de la Population), parmi ces M.T.H, quatre (04) sont soumises à la surveillance en Algérie :

- La fièvre typhoïde
- Le choléra
- Les dysenteries
- L'hépatite virale (A).



# *Chapitre 2*

## *Traitement des eaux usées*

## **Chapitre 2. Traitement des eaux usée**

### **2.1. Introduction**

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée.

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, trois niveaux de traitements sont définis: les prétraitements, les traitements primaires et les traitements secondaires.

Les prétraitements consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides, les plus grossiers (dégrillage, dégraissage) ce sont de simples étapes de séparation physique : les traitements primaires regroupent les procédures physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension.

Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées, ils ont d'ailleurs tendance à disparaître en tant que seul traitement notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise pour reprendre aux exigences réglementaires, une phase de traitement secondaire recouvrant les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone azote et phosphore) ils constituent un premier niveau de traitement biologique.

Dans certain cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

Les traitements tertiaires peuvent également comprendre des traitements de désinfection : la réduction des odeurs peut encore être l'objet d'attentions particulières

### **2.2. L'épuration technique**

En épuration, le traitement des eaux usées consiste fondamentalement à éliminer différents éléments présents afin d'obtenir une eau épurée conforme à des objectifs de rejet. Il y a de nombreux types de traitement mais la plupart se base sur l'intégration de deux procédés importants : la séparation des solides de l'eau à traiter par des méthodes physicochimiques, et

l'action biologique de divers micro-organismes. L'application de ces divers processus d'épuration dépend à la fois des caractéristiques de ces eaux et du degré de traitement désiré (Djabelkhir, 2007).

Les principaux procédés d'épuration peuvent être classés en trois (03) catégories :

- procédés physiques,
- procédés physico-chimiques,
- procédés biologiques.

- **Les procédés physiques :**

Les traitements physiques visent essentiellement à conditionner l'eau en vue d'un traitement secondaire ou en vue d'un rejet dans le milieu naturel lorsque cela est toléré.

Ils regroupent :

- les prétraitements,
- les traitements primaires.

- **Les procédés physico-chimiques :**

On sous-entend par physico-chimiques tous les prétraitements chimiques, électrochimiques et même thermiques utilisés pour différentes opérations allant de la coagulation floculation à la précipitation et l'adsorption.

- **Les procédés biologiques :**

Les procédés biologiques permettent la transformation des éléments présents sous forme soluble ou colloïdale en éléments floculation les permettant leur séparation de la phase liquide.

Cette technique est couramment utilisée dans le cas des effluents urbains caractérisés par une grande biodégradabilité.

### 2.2.1. Les phases de traitements

D'une manière générale on distinguera dans une station d'épuration d'eaux usées les traitements suivants :

- prétraitements,
- traitement primaire,
- traitement secondaire,

- traitement tertiaire,
- traitement des boues.

### 2.2.1.1. Prétraitement

Les prétraitements sont des opérations destinées à alléger les eaux usées des matières grossières qui peuvent gêner le déroulement des traitements ultérieurs.

Les principales opérations sont :

- le dégrillage,
- le tamisage,
- le dessablage,
- le dégraissage et le déshuilage.

#### 1. **Le dégrillage :**

C'est une opération préliminaire à tout traitement car elle permet de protéger la station contre l'arrivée intempestive de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.

Il est assuré par des grilles dont l'écartement varie suivant que l'on ait à faire au :

- dégrillage grossier qui arrête les objets volumineux,
- dégrillage fin qui retient les détritiques de petites dimensions.

Les grilles doivent être régulièrement raclées. Le nettoyage s'effectue :

- manuellement lorsque la quantité de détritiques retenue n'est pas importante,
- mécanique si les risques de colmatage est plus fréquents.

On distingue deux types de grille :

#### **a. Grilles manuelles :**

Les grilles manuelles sont composées de barreaux droits en acier, de section cylindrique ou rectangulaire. Elles peuvent être verticales, mais souvent inclinées de 60 à 80° dans le cas où le débit d'effluent est important.

#### **b. Grilles mécaniques :**

Ce sont des grilles à nettoyage automatique, on distingue :

- grille mécanique à nettoyage par l'aval : Le mécanisme est placé à l'aval la grille, vertical ou incliné à 60 ou 80°,

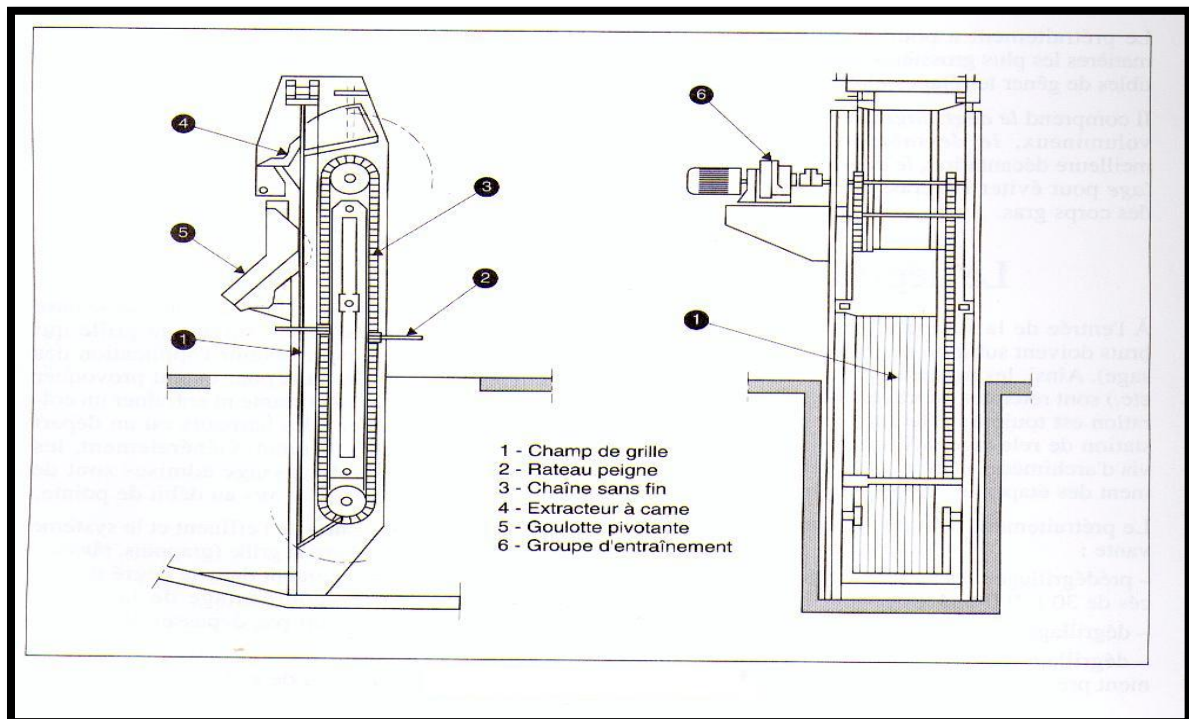
- grille mécanique à nettoyage par l'amont : Le mécanisme est assuré par un ou deux peignes montés à l'extrémité du bras.

Les grilles mécaniques sont classées en deux catégories :

- **les grilles droites**

Fortement relevées (inclinaison de 80°), elles sont conçues avec des dispositifs de nettoyage différents tel que :

- Des râpeaux ou des peignes ;
- Des brosses montées sur chaîne sans fin ;
- Des grappins alternatifs, à commande par câble permettant remonter, les détritiques sur de grande hauteur

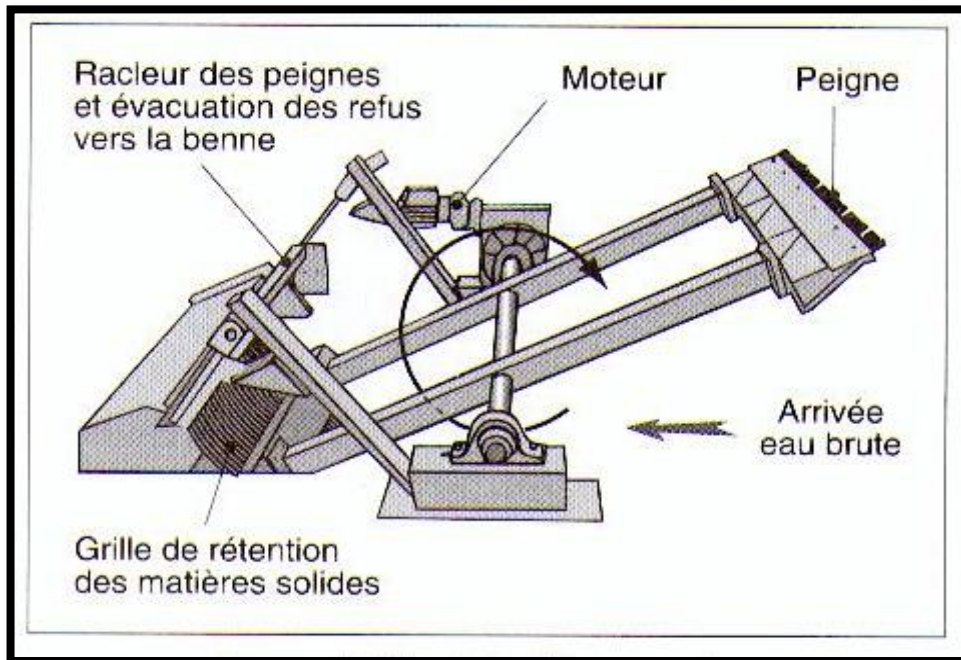


**Figure 2.1 : grille mécanique droite.**

- **Les Grilles courbes**

Ces grilles sont conçues pour traiter les eaux d'une station traitant 10 à 5000 m<sup>3</sup>/h. constituées de barreaux en fer plat formés en quart de cercle, elles sont nettoyées par un double râteau tournant ou encore par un système de bielles appliquées contre la grille

(Haouati, 2005)



**Figure 2.2 : Grille mécanique courbe**

## 2. Le tamisage

Outre les grilles mécaniques à fentes fines espacées de 03mm ou 06mm nécessaire dans certaines chaînes d'épurations, l'opération de tamisage constitue un dégrillage fin ; elle est mise en œuvre dans le cas des eaux résiduaires chargées de matières en suspension (eaux usées d'abattoirs et de conserveries de légumes), on distingue :

- la macro tamisage : dimension de mailles >25 $\mu$ m.
- le micro tamisage : 30 $\mu$ m < vide des mailles < 150 $\mu$ m.

Pour les dispositifs utilisés il y a :

- des tamis rotatifs : dont la vitesse de filtration 40 cm/s, avec des pertes de charges 20cmd'eau.
- des tamis vibrants : forme rectangulaire adaptée aux matières non collantes.
- des tamis fixes : constitués de plaques d'acier inoxydables perforées, de trous circulaires et raclées par une lame de caoutchouc ou autonettoyante.

(Boukhari .1999)

### 3. Le dessablage

C'est une opération permettant la sédimentation des particules minérales de diamètre  $\phi > 200 \mu m$  contenues dans l'effluent brut et ceci par simple gravité.

Les buts du dessablage sont :

- protection des conduites et des pompes contre l'abrasion,
- protection des canalisations du colmatage par une sédimentation au cours du traitement.

On distingue plusieurs types de dessableurs, suivant la géométrie des bassins ou la circulation du fluide dont les principaux types sont :

- les dessableurs à couloirs à section rectangulaire,

Les dessableurs circulaires également connus sous l'appellation de centrifuges ou encore cyclones. (Boukhari, 1999)

### 4. Le déshuilage – dégraissage

C'est une opération permettant la réduction des graisses et des huiles (qu'elles soient d'origine organique ou minérale) car elles présentent plusieurs inconvénients à plusieurs niveaux :

- difficile à dégrader, elles diminuent le rendement du traitement biologique,
- la formation d'un film isolant à la surface de l'eau empêchant les échanges et transfert air - eau et donc l'activité aérobie dans les besoins d'oxydation,
- mauvaises sédimentation et envahissement des décanteurs,
- risques de bouchage des canalisations et des pompes.

La réduction est basée sur la séparation gravitaire et améliorée par insufflation d'air où des graisses émulsionnées remontant à la surface. (Boukhari.1999)

#### 2.2.1.2. Le traitement primaire

Le traitement primaire à savoir la décantation primaire est une opération permettant la séparation physique des deux (02) phases (liquide et solide) par simple gravité.

L'eau usée passe à la décantation primaire pour éliminer les matières en suspension encore présentes et qui sont sédimentaires.

Une bonne décantation primaire permet d'éliminer de 30 à 35 % de DBO et 60 % environ de matière en suspension (MES) de l'effluent prétraité.

La vitesse lente de l'eau permettra le dépôt des matières en suspension au fond du décanteur constituant des boues primaires fraîches qui doivent être rapidement éliminées.

On distingue plusieurs types de décanteurs, les deux (02) principaux sont :

- les décanteurs à flux vertical (petites installations),
- les décanteurs à circulation horizontale de forme rectangulaire ou circulaire.

(Merdoud, 2003)

- **La décantation primaire:**

La décantation consiste à faire traverser l'influent à faible vitesse, à travers un bassin de façon à ce que les matières en suspension puissent sédimenter. Le profil du fond de ce bassin est conçu pour permettre le rassemblement et la reprise de la suspension obtenue et des boues déposées par raclage permanent et pompage.

Le processus de décantation réside dans l'utilisation des forces de gravité pour séparer une particule de densité supérieure à celle du liquide jusqu'à une surface ou une zone de stockage. (Voir figure 2.3) (Haouati, 2005)

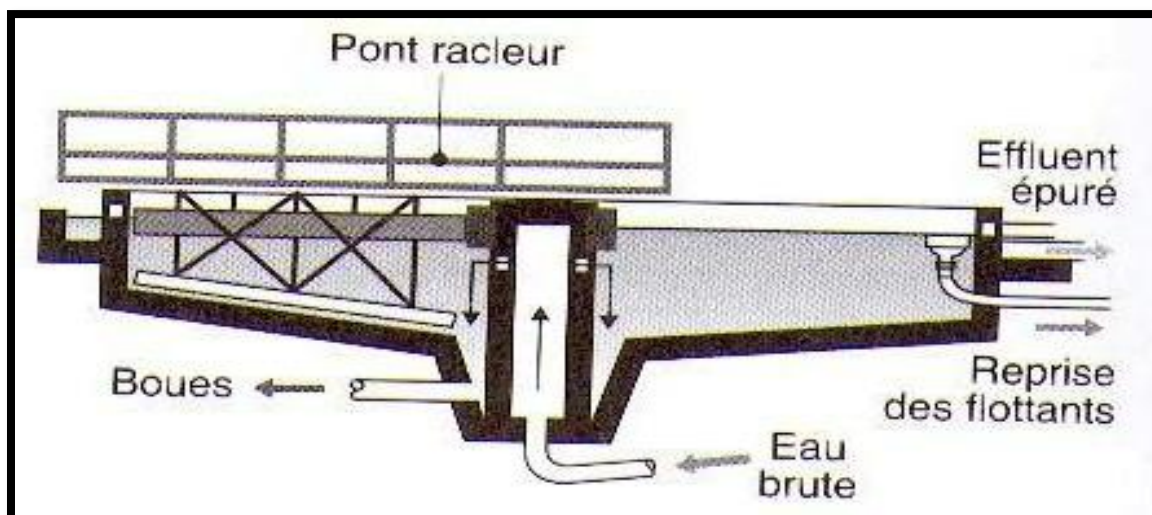


Figure 2.3 Schéma d'un décanteur primaire (K.Djabelkhir.2007)



➤ **Différents types de décantation**

**Décantation statique :**

Les particules sont considérées indépendantes et tombent à leur propre vitesse. L'écoulement doit être laminaire sans turbulences, ni courants. Le principe est que les particules atteignent le fond du décanteur avant de sortir.

**Décantation lamellaire :**

On dispose des lamelles par rapport à l'horizontal pour avoir des décanteurs de faible surface admettant de plus forts débits.

- Décantation à contact de boues aussi appelée en compression de boues : la décantation- floculation est améliorée si la concentration en particules augmente. On met donc en contact l'eau floculée avec des boues déjà formées.
- Décantation à floc lesté : Le lestage du floc par du microsable permet d'augmenter la densité des particules et par conséquent la sédimentation des particules (donc augmentation de  $V_p$ ).

**2.2.1.3. Le traitement secondaire**

Le traitement secondaire est une épuration biologique des eaux qui ont subi un premier traitement. Les bactéries d'origine naturelle qui se trouve déjà dans l'eau décomposent les contaminations organiques ; il y a également dépôt de certaines particules solides. Ces dernières sont soit de nouveau utilisées dans la procédé de traitement biologique, soit retirées pour être traitées avant d'être éliminées. Si le traitement secondaire représente la dernière étape du traitement, les eaux d'égout décantées sont alors désinfectées puis rejetées dans le milieu récepteur.

A ce niveau, le traitement permet de se débarrasser des impuretés présentes sous forme solubles ou lorsque leur taille ne permet pas d'être piégée dans le traitement primaire.

On distingue deux types de traitement :

### 2.2.1.3.1. Traitement biologiques

#### ➤ **Introduction**

L'épuration extensive ou lagunage est un système d'épuration naturelle. En effet, ce type de procédé repose essentiellement sur l'autoépuration naturelle des éco système aquatiques (zones marécageuses ou étage).

Le lagunage a un coût d'investissement faible par rapport à l'épuration mécanisée. De plus, il s'accommode mieux aux variations se charges des eaux traitées. Un de ces désavantages est qu'il nécessite de grandes surfaces pour son fonctionnement (**Ayaz et Akça, 2001**).

Cette technique d'épuration est très convenable pour assurer l'assainissement dans les pays en voie de développement. Le lagunage a été introduit en Afrique de l'ouest et du centre (**Koné, 2002**).

Des pays comme le Sénégal, ont testé cette méthode de lagunage comporte une fosse de décantation – digestion et une série de bassin où se développent les algues ou les végétaux aquatique.

#### ➤ **La décantation digestion :**

Dans les stations de lagunages, les eaux usées à traiter sont recueillies dans des fosses de 3m de longueur (minimum) ,3-4 de large et 1,5-2m de profondeur (**Koné, 2002**).

Les eaux entrent dans la fosse par un conduit situé en haut et ressortent par un aqueduc situé plus bas pour l'alimentation des bassins de lagunages.

Cette phase permet la liquéfaction de la matière organique sous l'action des microorganismes en condition anaérobique. La fermentation anaérobie libère des bulles de gaz (méthane, hydrogène, sulfureux) qui peuvent s'adhérer aux particules en suspension et les ramener en surface. Il se forme à la fosse une croûte constituée de matières organique fermentescibles et imputrescibles (**plastiques, caoutchouc, textile, Koné, 2002**).

De même, la sédimentation des matières suspension dans la fosse permet la diminution de la quantité de boues dans les bassins de lagunage.

### 2.2.1.3.2. Traitement physico-chimique

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre : les colloïdes. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible.

Les matières existantes dans l'eau peuvent se présenter sous les trois états suivants :

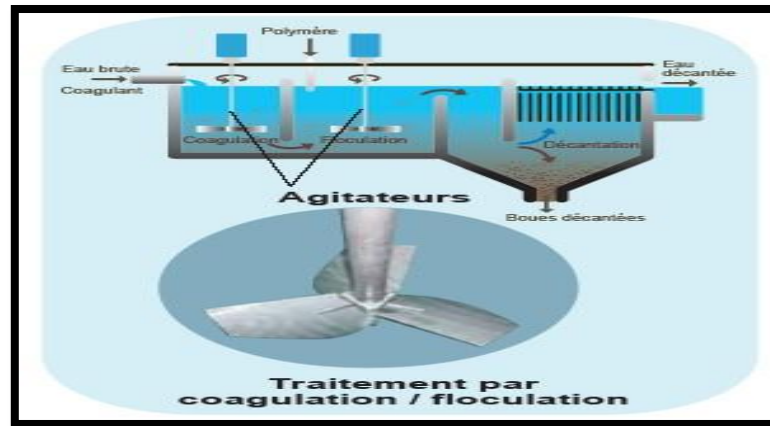
- Etat de suspension qui regroupe les plus grosses particules.
- Etat colloïdal.
- Etat dissous des sels minéraux et des molécules organiques.

#### ➤ **Coagulation**

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion de produits chimiques. Les particules en suspension dans une eau de surface proviennent de l'érosion du sol, de la dissolution de substances minérales et de la décomposition de matière organique. A ce apport naturel, s'ajoutent les eaux d'égouts domestiques, industriels ou agricoles. En général, la turbidité est causée par des particules de matière inorganique, alors que la couleur est imputable aux particules de matière organique et aux hydroxydes de métaux (K.Djabelkhir, 2007)

#### ➤ **Floculation**

La floculation a pour but de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un flocc qu'on pourra facilement éliminer par décantation. Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres. Le taux d'agglomération des particules dépend de la probabilité des contacts et de l'efficacité de ces derniers. La floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité de rencontre entre les particules grâce à l'agitation du fluide. Les facteurs qui peuvent améliorer la coagulation-floculation sont le gradient de vitesse, le temps et le PH. Le temps et le gradient de vitesse sont importants pour augmenter la probabilité de chocs entre les particules. Le PH est un facteur très important pour l'élimination des colloïdes. (K.Djabelkhir, 2007)



**Figure 2.4: Schéma de coagulation et floculation**

#### 2.2.1.4. Traitement tertiaire

Au terme du traitement secondaire, l'eau, débarrassée des éléments qui la polluaient, est épurée à 90%. Elle peut alors être rejetée à la rivière qui achève de résorber la pollution grâce au processus de l'épuration naturelle. Actuellement, il existe de nombreuses techniques de désinfection visant à améliorer la qualité bactériologique des rejets afin de protéger les milieux récepteurs sensibles. Il s'agit notamment de : la désinfection par le chlore ou autre produits oxydants (ozone), le traitement de l'azote et du phosphore (**Oussama ,2008**)

##### 2.2.1.4.1. Chloration

Cette technique est actuellement la plus employée pour la désinfection des eaux usées. Elle s'opère par injection de chlore (gazeux  $Cl_2$  ou hypochlorite de sodium  $NaOCl$ ) ou de bioxyde de chlore  $ClO_2$  sur une eau préalablement épurée et clarifiée. Le chlore; dont les effets bactéricides, germicides et algicides sont reconnus; permet une élimination à 99,9% des germes pathogènes. Cependant il est moins efficace sur les virus et protozoaires ou pour des PH supérieurs à 7,5 et difficile à stocker lorsqu'il se trouve à l'état gazeux. (**Oussama ,2008**)

Le bioxyde de chlore beaucoup moins réactif permet d'éviter la formation de chloramines et haloformes tout en présentant une efficacité désinfectante supérieure (notamment sur les virus) en un temps de contact beaucoup plus court. Cependant l'instabilité de ce composé impose sa production sur le lieu d'utilisation rendant sa mise en œuvre délicate et onéreuse. Signalons que dans les petites stations de traitement, c'est plutôt les hypochlorites qui sont utilisés, car c'est des produits faciles à manipuler et font courir moins de danger aux opérateurs

#### 2.2.1.4.2. L'ozonation

L'ozone O<sub>3</sub>, oxydant puissant, est un désinfectant particulièrement efficace qui permet d'éliminer les bactéries, certains virus, protozoaires et les traces de médicaments dans les eaux usées. Il est généré in situ par décharge électrique sur l'oxygène pur ou contenu dans l'air. Ce procédé est généralement utilisé après une épuration biologique des effluents par boues activées permettant de réduire la matière organique sur laquelle l'ozone réagit fortement pour former des aldéhydes et cétones toxiques pour le milieu marin, le rendant moins efficace. Malgré son efficacité remarquable, l'ozonation est un procédé peu utilisé puisqu'il nécessite des apports importants de réactif chers à l'achat et onéreuse puisque elle est liée directement à l'utilisation de l'énergie électrique

#### 2.2.1.4.3. Traitement par UV

La production d'UV est réalisée par des lampes contenant un gaz inerte et des vapeurs de mercure. Le passage d'un courant électrique provoque l'excitation des atomes de mercure qui émettent en retour des rayons de longueur d'onde comprise entre 240 et 270 nm. L'irradiation par une dose suffisante de rayonnement UV permet la destruction des bactéries, virus, germes, levures, champignons, algues... etc. Les rayonnements UV ont la propriété d'agir directement sur les chaînes d'ADN des cellules et d'interrompe le processus de vie et de reproduction des micro-organismes. Ce traitement est très efficace puisqu'il n'entraîne pas l'apparition de sous-produits de désinfection toxique pour le milieu naturel contribuant à la sauvegarde des zones aquatiques sensibles (**Oussama ,2008**)

#### 2.2.1.4.4. Elimination de l'azote et du phosphore

Les procédés biologiques ont réalisé, ces dernières années, de grands progrès permettant d'atteindre une efficacité remarquable dans l'élimination des matières organiques, de l'azote et du phosphore. Pour des eaux usées domestiques, traités dans une station non surchargée, le taux d'élimination des composés azotés et phosphorés est de l'ordre de 10 % lors de la décantation primaire. L'épuration biologique par boues activées ou par lit bactérien permet d'atteindre 45 — 95 % de réduction de l'azote. Si l'élimination du phosphore par voie biologique se fait par assimilation dans des proportions bien définies, celle de l'azote est plus complexe et engage diverses réactions toutes dépendantes de facteurs tels que la nature des boues, la charge organique appliquée etc... (**Oussama ,2008**)

## **2.2. Les différents types d'épuration des eaux usées**

### **2.2.1. Epuration par cultures libres :**

Le terme « cultures libres » regroupe les procédés où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de floccs au sein du liquide à traiter (**Gaid, 1993**).

Cette technique est la résultante d'un objectif de réduction des volumes dédiés à l'épuration.

Il s'agit d'une croissance bactérienne libre dans l'eau, et on cherche à obtenir une croissance agrégée des bactéries sous forme de floccs, ou trouve plusieurs centaines des bactéries.

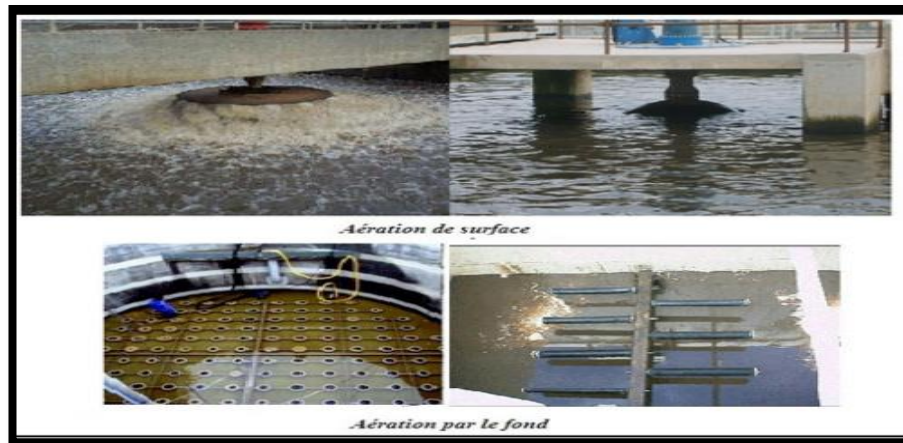
Dans une culture libre. Les bactéries sont également en permanence dans l'eau usée à traiter, il est donc nécessaire de leur apporter de l'oxygène, car la simple diffusion de l'air dans l'eau ne permet pas d'assurer les apports nécessaires à la dégradation de la matière organique (**Cauchi, 2011**).

### **2.2.2. Epuration par Boues activées**

Les colonies microbiennes se développent au sein même du liquide à épurer, en effet, lorsque de l'air est injecté dans une eau souillée, il s'y développe rapidement une flore bactérienne, qui se nourrit des matières organiques constituant la pollution soluble.

La technique représentant le mieux ce type de procédé dans les stations d'épuration est « les boues activées », processus d'épuration le plus répandu au monde

Le procédé à boues activées consiste en un réacteur biologique aérobie où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de floccs appelés "bio floccs" , le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau usée- bio floccs est appelé "liqueur mixte" , la liqueur est maintenue dans un régime turbulent par un système d'aération, de l'oxygène dissous est ainsi introduit dans la masse de la liqueur mixte lequel est nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies (**MIRA Yasmine, 2008**) L'aération peut être assurée en surface par des turbines ou des brosses, ou dans le fond par des procédés de rampe de distribution de bulles d'air alimentées par un surpresseur

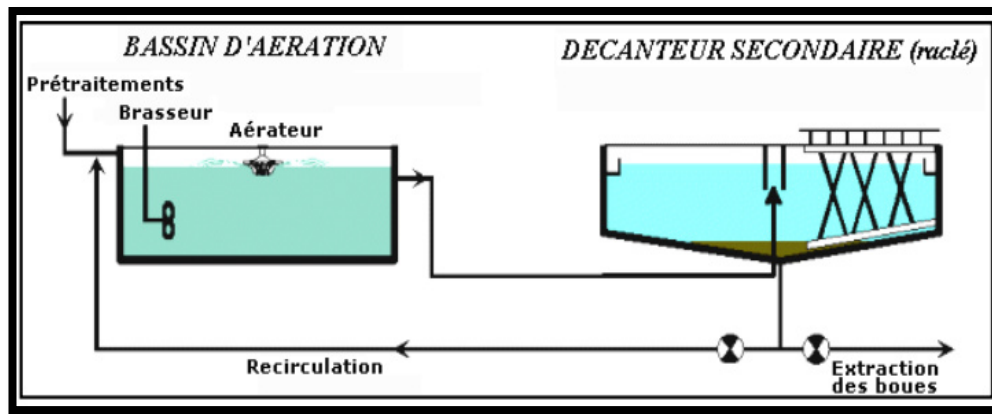


**Figure 2.5 Types d'aération (mira.2007)**

Les différents systèmes de boues activées sont caractérisés par leur charge massique  $C_m$  qui donne une approximation du rapport entre la masse journalière de pollution à éliminer et la masse de bactéries épuratrices mises en œuvre, ainsi on distingue les systèmes :

- à forte charge :  $C_m > 0.5$  Kg de DBO5 par jour et par Kg de boues ;
- à moyenne charge :  $0.2 < C_m < 0.5$
- à faible charge :  $0.07 < C_m < 0.2$
- à très faible charge :  $C_m < 0.07$ .

Le système de boues activées s'accompagne toujours d'une décantation appelée « clarification » ou « décantation secondaire » d'où sont extraites les boues. Le temps de séjour de ces boues dépend de la vitesse de décantation des particules en suspension et du mode de collecte des boues.



**Figure 2.6 Schéma représentatif d'un système de boues activées (Mira.2007)**

➤ **Avantages**

- sécurité en ce qui concerne le degré d'épuration des eaux traitées, du fait que les facteurs d'influence les plus importants, par exemple apport d'eau résiduaire, et de masse bactérienne (boue activée), sont contrôlables,
- Procédé applicable pour toute taille de collectivités (sauf les très petites) et il est très bien adaptés aux grands volumes d'effluents ;
- une phase de démarrage plus courte (moins de deux semaines) par rapport aux lits bactériens (4 à 6 semaines),

➤ **inconvénients**

- les installations à boues activées sont très coûteuses en raison de l'équipement qu'elles comportent (ouvrages en béton, ouvrages métalliques, appareillages électromécaniques....)
- l'exploitation de ce type de station exige un personnel qualifié et une vigilance permanente, le bon rendement repose sur le bon fonctionnement des aérateurs (Gaid, 1984)

### **2.2.3. Epuration par Filtres à sable**

Parmi les matériaux granulaires utilisés en traitement d'eau, le sable est le plus couramment utilisé, qu'il s'agisse de production d'eau destinée à la consommation humaine, d'eaux de piscine, d'eaux pour utilisations industrielles ou de filtration d'eau issues de station d'épuration en traitement tertiaire. Le sable doit répondre à certaines exigences afin d'être



apte à la filtration. Il convient de plus de connaître ses caractéristiques afin de choisir le sable le mieux adapté à l'application pour laquelle il est destiné (**Corsin, 2006**)

Les performances épuratoires des filtres à sable sur le carbone, l'azote (nitrification), les matières en suspension (MES) et la charge bactérienne sont reconnus. Toutefois, des dysfonctionnements hydraulique observés sur plusieurs réalisations démontrent la nécessité de formuler des préconisations sur la conception et la réalisation de ces filières d'épuration. (**Bourserie.2001**)

➤ **Avantages du procédé à Filtre à sable**

- La surface de filtration par unité de dimensions globales est grande.
- Leur poudre fine constitue un milieu filtrant qui élimine les bactéries.
- Excellents résultats sur la DBO<sub>5</sub> les MES.
- DCO, DBO<sub>5</sub>, N par nitrification et dénitrification.
- Superficie nécessaire bien moindre que pour un lagunage naturel.
- Capacité de décontamination intéressante.

➤ **Inconvénients du procédé à Filtre à sable**

- Nécessité d'un ouvrage de décantation primaire efficace.
- Risque de colmatage à gérer (d'où l'importance de l'emploi d'un sable « lavé » et de bonne granulométrie)
- Nécessite d'avoir à disposition de grandes quantités de sable, ce qui peut engendrer des investissements importants s'il n'y en a pas de disponible à proximité.
- Adaptation limitée aux surcharges hydrauliques (**Hammadi, 2008**)

#### **2.2.4. Epuration par lagunage**

Le lagunage est un système biologique d'épuration, qui consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique. La matière polluante, soustraite aux eaux usées, se retrouve en grande partie dans la végétation et les sédiments accumulés, et en faible partie dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux (**Grausclaude, 1999**)

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels, ou étangs, formés de digues, imperméabilisés, dans lesquels les eaux usées déversées (Chaib, 2004) et passent successivement et naturellement d'un bassin à l'autre, par gravitation, pendant un

long temps de séjour. Différents assemblages de ces bassins sont possible en fonction de divers paramètres, tels que les conditions locales, les exigences sur la qualité de l'effluent final et le débit à traiter (**Chaib, 2004**)

Ces bassins fonctionnent comme des écosystèmes avec des relations de symbiose entre les différentes population composées des bactéries, de champignons, de protozoaires, l'algues, de poissons, de plantes, etc. (**Seidi et Mouchel, 2003**)

Ces différents organismes interviennent afin d'éliminer la charge polluante contenue dans l'eau usée (**UNESCO, 2008**)

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels on parle :

- a) Lagunage naturel : filière de traitement composée de plusieurs bassins en série, le plus souvent trois. Le premier est conçu pour être facultatif et les suivants, appelés souvent lagunes de maturation, comportent une zone aérobie dominante dont la profondeur varie en fonction notamment de la charge organique reçue.
- b) Lagunage tertiaire : traitement complémentaire situé en aval d'un système conventionnel de traitement et dont la conception varie avec l'objectif visé (rétention de MES, abattement de germes).
- c) Lagunage à haut rendement : filière de traitement composée de bassins à faible profondeur (0.3 - 0.5m) dans lesquels un courant empêchant la décantation des algues est créé artificiellement par un dispositif d'agitation de type roue à aubes.
- d) Lagunage aéré filière de traitement composée de plusieurs bassins dont le premier est équipé d'un dispositif d'aération artificiel fournissant la majorité des besoins en oxygène (**Racault .1997**)

➤ Avantages du lagunage

- Excellent élimination de la pollution microbiologique.
- Faible couts d'investissement et de fonctionnement
- Avec une source d'énergie naturelle ;
- Bonne qualité d'effluent à la sortie à moindre cout ;
- Très bonne intégration paysagère.
- Valorisations aquacole et agricole de la biomasse planctonique produite et des effluents épurés
- contribue au développement et à la diversification de la flore locale, ainsi qu'à la protection de la faune et de la biodiversité

- bien adapté au réseau unitaire
- s'adapte à des variations importantes de débits et de charge de pollution.
- les pollutions accidentelles sont le plus souvent bien acceptées et dégradées.
- L'oxygène est essentiellement assuré par l'activité photosynthétiques des algues ;
- Elimination de l'azote et du phosphore jusqu'à 60% ;
- Permet une épuration d'une charge organique très élevée de boue en excès ;

➤ **inconvénients**

- Contraintes de nature de sol et d'étanchéité.
- Variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée.
- Nuisances en cas de défaut de conception et/ou d'exploitation (rongeurs, odeurs, moustiques).
- Sensibilité aux effluents chimique concentrés
- Demande de terrains vastes et exige que ceux-ci soient éloignés des zones habitées ;
- Contrôle et exploitation difficile du processus de fermentation ;
- L'imperméabilité des bassins est nécessaire ;
- Le temps de séjour est élevé ;
- Sensibilité aux variations de la température ;

### 2.2.5. Epuration par cultures fixes

Ils reproduisent l'effet épurateur du sol et font appel à deux techniques répandues :

- Lits bactériens ;
- Disques biologiques

#### 2.2.5.1. Les lits bactériens :

Ce traitement est basé sur le principe d'infiltration à travers le sol. un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre 4 à 5 mètres de hauteur dans laquelle se trouve un matériau poreux.

Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celle-ci renferme une forte concentration de bactéries et de champignons.

Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent, s'appauvrissent

Progressivement au cours de son trajet (**Gommella et Gurree, 1983**)

exploitation

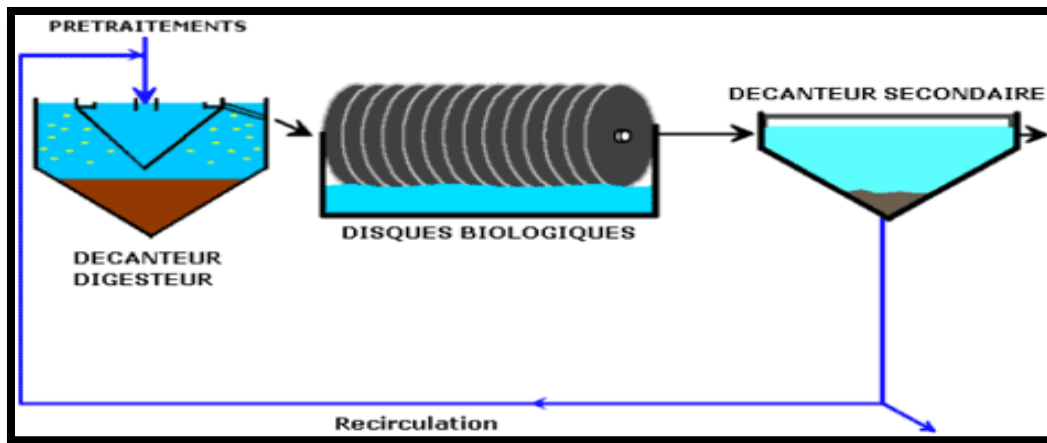


**Figure 2.7 Lits bactériens**

- Avantages du lit bactérien
  - Faible entretien et contrôle ;
  - Exploitation facile ;
  - Sensibilité relativement faible aux fluctuations de charge ;
- Inconvénients
  - Colmatage rapide ;
  - Décanteur primaire obligatoire ;
  - Sensible au froid ;
  - Cher à l'investissement surtout pour le garnissage plastique ;
  - Développement d'odeur et de mouches

#### **2.2.5.2. Disques biologique**

Ce procédé peut être rangé parmi les systèmes d'épuration biologique aérobie où la culture bactérienne est fixée sur un support comme c'est le cas pour les lits bactériens. Il est également appelé procédé d'épuration par bio disques. (K.Djabelkhir, 2007)



**Figure 2.8 Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique**

Le support solide est constitué ici, par un ensemble de disques parallèles régulièrement espacés par un axe commun pour constituer un tambour. Actuellement, les tambours mis en œuvre comptent de 10 à 200 disques par tambour. Pour des valeurs supérieures, il apparaît des problèmes de flexion de l'arbre support et de mise en œuvre du dispositif. L'écartement entre les disques est d'environ 2 cm.

Les disques plongent, sur la moitié de leur diamètre, dans des cuves semi-cylindriques. Les disques tournent lentement autour d'un axe horizontal de telle sorte que la culture bactérienne présente sur le support se trouve alternativement au contact de l'eau et de l'air

La vitesse de rotation des disques est également un facteur important car elle doit permettre :

- De ne pas priver la culture d'oxygène par une trop longue immersion
- De permettre un brassage homogène du liquide afin de favoriser les échanges entre le liquide et la masse bactérienne
- D'éviter une expulsion de la masse bactérienne par des vitesses de rotation trop élevées.

#### 2.2.5.1.1. Technologie des disques biologiques

Comme les surfaces mises en œuvre sont de plusieurs milliers de m<sup>2</sup>, il importe d'utiliser un matériau léger afin de ne pas rencontrer de difficultés mécaniques et une dépense énergétique trop importante. Généralement, les disques biologiques ont un diamètre égal à 2 ou 3 m, avec une épaisseur variable entre 7 et 14 mm. Le tambour dispose de 200 disques au

maximum pour permettre à l'arbre de supporter tout le poids imposé, d'autant plus qu'il ne faut pas oublier le poids du gazon biologique qui atteint près de 6 kg / m<sup>2</sup> pour les deux faces. Un ensemble motoréducteur assure la rotation des disques.

Les disques sont immergés presque jusqu'à l'arbre afin de profiter au maximum de la surface disponible



**Figure 2.9 disques biologiques (K.Djabelkhir.2007)**

➤ **Avantages du disque biologique**

- L'exploitation de ce procédé est relativement simple ne nécessitant pas de recyclage ;
- Aération naturelle ;
- Faible demande énergétique ;
- Peu d'entretien ;

➤ **Inconvénients du disque biologique**

- Sensibilité aux huiles et graisses ;
- Sensibilité au gel et à l'apport brutal de toxique ;
- Ce procédé pose des problèmes dans la construction et l'entretien et exige un personnel qualifié.

# *Chapitre 3*

## *Le lagunage aéré*



## Chapitre 3 le lagunage aéré

### 3.1. Introduction et historique

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

Il y a des siècles que des bassins sont employés pour accumuler et traiter les déchets d'origine animale ou domestique. Ces bassins ou on laissait faire la nature, ont été utilisés par les romains, puis par les populations d'Europe central avant de se répandre depuis le début du XXème siècle dans le nombreux pays. La première lagune dans le monde date de 1901, elle est conçue dans la ville de San Antonio du Texas. Il s'agit d'un lac artificiel de 275 hectares, le bassin connu aujourd'hui sous le nom « lac Mitchell », il est toujours en service.

A partir de 1920, ont assisté à un large développement du lagunage à travers le monde (Etats unis, Canada, Australie, Suède). Tout fois pour la construction des différents bassins, il n'y avait aucun calcul, aucune étude préalable. On aménagea les lagunes en fonction de la topographie du sol existant et de configuration du terrain disponible.

En 1964, une enquête d'une organisation mondiale révèle que sur les 39 pays qui utilisent les bassins de stabilisation du monde seulement sept pays d'Europe utilisent le système d'épuration par lagunage (parmi lesquelles : Finlande, pays bas, Roumanie) **(kessaissia A, 2011)**

Les états unis détiennent le plus grand nombre d'installation de lagunage, en 1962, on en comptait environ 3250 et plus de 7500 en 1984 dont la moitié traité les eaux domestiques, le reste les rejets industriels **(Ouldboukhari, 2001)**

Le lagunage aéré est une technique d'épuration utilisée généralement pour le traitement des eaux usées d'origine domestique. En Algérie, ce procédé a connu ces dernières années un développement considérable, vu nombreux avantages qu'il présente. En effet le nombre de station est passé d'une station d'épuration en 1983 celle d'ANNABA à 30 stations en 2010 (kessaissia A, 2011)

### 3.2. Définition

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique qui se caractérise par un ou plusieurs bassins de traitement dans lesquelles la charge biodégradable de l'effluent est détruite par voie bactérienne, une partie au moins de ce traitement est réalisé en aérobie



grâce à un apport d'oxygène dissous dans l'eau artificiellement par les aérateurs. Il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne (STEP OUARGLA).(ONA)

### **3.3. Principe de lagunage aéré**

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu.

La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kg DBO5 éliminée).

Le lagunage aéré est reconnu comme un procédé d'épuration efficace, notamment au niveau des charges oxydables (90%). Au niveau de l'azote ammoniacal et des ortho phosphates, les performances sont plus limitées : de l'ordre de 45 %. Les performances sont fonction de la température (activité des microorganismes), de la charge appliquée et donc de la dilution des eaux entrantes.

Le lagunage aéré se différencie des boues activées par l'absence de maintien d'une concentration fixée de micro-organismes (pas de recirculation). Cela conduit à prévoir des temps de séjour plus longs, plus favorables à une bonne adaptation du système aux variations de qualité de l'effluent à traiter. Ce procédé à un bon comportement vis-à-vis des effluents dilués ou si les débits ne sont pas bien écrêtés.

### **3.4. Mécanismes Epuration dans le lagunage**

Après prétraitement, les eaux usées transitent par une succession de 3 ou 4 bassins peu profonds

#### **➤ dans l'étage d'aération**

Les eaux à traiter sont en présence de micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments constitués par la pollution à éliminer.

Ces micro-organismes sont essentiellement des bactéries Et des champignons.

Paramètre	Base de dimensionnement Lagune d'aération
temps de séjour	20 jours (temps de séjours réduit, en fait, à une quinzaine de jours après quelques années
	de fonctionnement suite au volume occupé par les dépôts de matières en suspension
	il ne faut donc pas chercher à réduire ce temps de séjour lors de la conception).
volume	3 m <sup>3</sup> par usager
profondeur	2 à 3,50 m avec des aérateurs de surface (les turbines rapides de 4 kW correspondent à
	des profondeurs de l'ordre de 2,5 m, celles de 5,5 kW sont utilisées avec des profondeurs
	> 4,00 m possible avec insufflation d'air

**Tableau 3.1 Base de dimensionnement Lagune d'aération**

➤  **dans l'étage de décantation**

Assuré principalement par une ou deux simples lagunes, les matières en suspensions (amas de micro-organismes et de particules piégées) s'agglomèrent lentement sous forme de boues. Ces dernières doivent être régulièrement extraites. Le curage est facilité en présence de deux bassins qu'il est possible de by-passer séparément. La floculation des boues est peu prononcée (lagune de décantation à sur dimensionner)

Il existe deux formes de lagunage aéré :

▪  **le lagunage aéré strictement aérobie :**

Il faut une aération suffisante pour maintenir le bassin en aérobie et l'ensemble des particules en suspension

▪  **le lagunage aéré aérobie/anaérobie facultatif :**

Il y a formation de dépôt qui évolue en milieu anaérobie Le premier cas est très peu utilisé car il est grand consommateur d'énergie. La seconde solution est rencontrée plus fréquemment : elle s'apparente au lagunage naturel par l'épuration des eaux usées par échange eau/sédiment.

### 3.5. STEP de lagunage aéré

#### 3.5.1. Conception et fonctionnement de la station d'épuration de Ouargla

La station d'épuration (Figure 3.1) est située à Said Otba au Nord-Est de de la cuvette de Ouargla. Ces coordonnées géographiques sont :

- Latitude : 31°59'46,23'' Nord;
- Longitude : 5°21'55,77'' Est.

Construite en 2006 par l'ONA de Ouargla en collaboration avec la société DYWIDAG et mise en marche en 2009, elle vise les objectifs suivants :

- La suppression des nuisances et des risques sur la santé humaine au niveau des zones urbaines;
- La protection du milieu récepteur;
- La réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation.

La STEP emploie le lagunage aéré comme technique d'épuration sur une surface de 80 ha avec une capacité de traitement actuelle de 37.000 m<sup>3</sup>/j. Elle est conçue pour couvrir un débit moyen 57.000 m<sup>3</sup>/j en 2015 et 74.927 m<sup>3</sup>/j en 2030 avec une possibilité d'extension par l'emploi de quatre (04) bassins supplémentaires (02 pour le premier étage, 01 pour le second étage et 01 pour le troisième). La station comporte également une administration, une salle de contrôle, un laboratoire et une salle d'exposition.



Figure 3.1 STEP d'Ouargla (Said Otba)

Les eaux usées de la région d'étude sont canalisées vers la station d'épuration grâce à cinq stations de refoulement à savoir :

- **Refoulement(01) :**  
Conduit d'amenée des eaux usées DN 600 mm de station nœud hydraulique chott,
- **Refoulement(02) :**  
Conduit d'amenée des eaux usées DN 315 mm de station Sidi Khouiled,
- **Refoulement(03) :**  
Conduit d'amenée des eaux usées DN 400 mm de nouvelle station Caserne / L'hôpital,
- **Refoulement(04) :**  
Conduit d'amenée des eaux usées DN 500 mm de station Douane
- **Refoulement(05) :**  
Conduit d'amenée des eaux usées DN 700 mm de station route N'Goussa

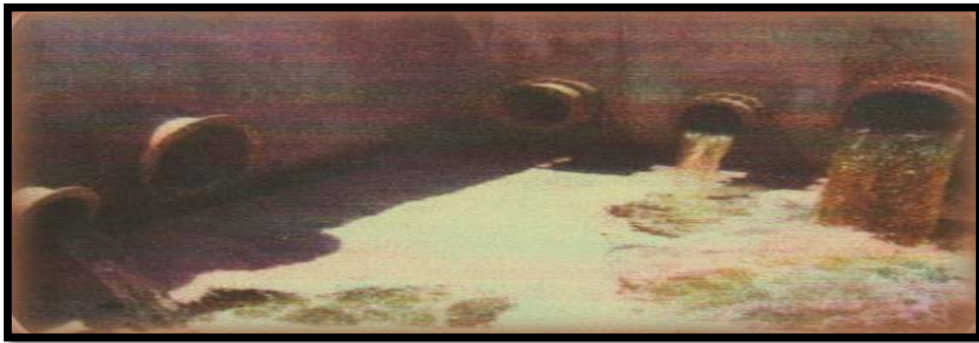
Le schéma de traitement appliqué au niveau de la STEP comporte les opérations suivantes :

### 3.5.1.1. Un prétraitement :

Comprend trois étapes à savoir :

➤ **Un dégazage :**

Cette opération qui se déroule dans un regard de dégazage (Figure 3.2) placé en aval de l'entrée de la STEP facilite l'élimination du CO<sub>2</sub> et des gaz polluants (CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>S) formés dans les conduites de refoulement.



**Figure3.2 : Regard de dégazage.**

➤ **Un dégrillage :**

Les matières les plus volumineuses sont retenus lors du passage des eaux usées à travers deux dégrilleurs automatiques (l'espace entre les barreaux est de 25 mm) disposés en parallèles (Figure 3.3).



**Figure 3.3: Dégrilleur**

Un canal de secours équipé d'une grille manuelle (l'espace entre les barreaux est de 40 mm) est disposé en parallèle pour assurer le by pass en cas de mise hors service

des dégrilleurs automatiques. Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés vers une benne à déchets. (ONA, 2009)

➤ **Un dessablage :**

Réalisé dans trois canaux rectangulaires de 2 m de large et 23 m de long placés en parallèles (Figure 3.4)



**Figure 3.4 : Dessableur.**

Chaque canal est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à son extrémité. Une pompe d'aspiration permet de refouler l'eau vers un classificateur de sable où les particules de sables sédimentées sont extraites au fond par une vis d'Archimède et stockés dans une benne et l'eau franchi une cloison siphonide en direction des lagunes. (ONA, 2009)

Un répartiteur à eau (Figure 3.5) est disposé en aval des ouvrages de prétraitement afin de répartir et canaliser les eaux usées vers les lagunes du premier étage. Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques de 1,5 m de largeur munis de batardeaux pour pouvoir mettre une lagune quelconque hors service en cas de nécessité. (ONA, 2009)





**Figure 3.5 : Répartisseur.**

### 3.5.1.2. Un traitement biologique par lagunage aéré :

Cette filière est constituée de huit (08) bassins en cascade à trois étages : le premier étage est constitué de quatre lagunes d'aération (deux fonctionnelles), le deuxième étage est composé de deux lagunes d'aération (une fonctionnelle) et le troisième étage comprend deux lagunes de finition (une fonctionnelle). Les caractéristiques des différentes lagunes sont regroupées dans le tableau suivant

Caractéristiques	1 <sup>ère</sup> étage	2 <sup>ème</sup> étage	3 <sup>ème</sup> étage
Volume d'un bassin (m <sup>3</sup> )	85 200	113600	74020
volume totale (m <sup>3</sup> )	511200	340800	222081
Surface d'un bassin (ha)	2,4	4,1	4,9
surface totale (ha)	15	12,2	14,8
Profondeur d'un bassin (m)	3,5	2,8	1,5
Temps de séjours (jours)	7	3	2
Nombre d'aérateurs	12	7	-

**Tableau 3.3 : Principales caractéristiques des lagunes. STEP Ouargla**

#### ➤ Les lagunes d'aération

Au deuxième étage, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier. Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1er étage vers les lagunes aérées deux étages (lagunes de décantation). Actuellement il n'y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

Curage : Les Lagunes de deux étages doivent être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts des boues (ONA, 2009).

Assurent la dégradation de la matière organique grâce à un apport artificiel d'oxygène fourni par les aérateurs de surface qui fonctionnent à raison de 13 h/j. Cette aération artificielle favorise le développement des microorganismes qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments.



Figure 3.6: Lagune d'aération.

#### ➤ La lagune de finition

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2<sup>ème</sup> étage sont dirigées vers les deux lagunes de finition. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspensions (amas de micro-organismes et de particules piégées), Actuellement il n'y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

En entrée et sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permet de mesurer de manière continue les débits (ONA, 2009)





Figure 3.7 La lagune de finition

➤ **Evacuation des eaux épurées :**

L'eau traitée au niveau de la STEP et les eaux de drainage sont transportées séparément (Figure 3.8) vers Sebkhet Sefiouna en vue d'une réutilisation ultérieure en irrigation

**Canal de transfert :** Les eaux rejetées par la STEP et les eaux issues des drainages sont conduites d'Ouargla jusqu'à Sebkha Sefiouna située à environ 40 km au nord. L'ouvrage conduit parallèlement deux débits dans deux chenaux isolés l'un de l'autre, ces chenaux contiennent :

- Dans la partie Ouest : les eaux usées traitées par la STEP de Ouargla, il s'agit d'eaux claires, suffisamment épurées pour servir éventuellement d'eau d'irrigation.
- Dans la partie Est : les eaux de drainage salées collectés par les deux grands drains périphériques Ouargla (ONA, 2009).



**Figure 3.8 : Canales de transport des eaux usées (à gauche) et des eaux de drainage (à droite).**

### **3.5.1.3. Un traitement des boues :**

Les lagunes doivent être régulièrement curées afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par le dépôt des boues. En effet, le curage d'une lagune devient obligatoire quand le volume occupé par les boues se rapproche de 25 % du volume totale de la lagune.

La fréquence de curage programmée dans ce projet est d'une fois tous les trois ans. Les boues collectées seront transportées vers onze (11) lits de séchage (Figure 3.9) où l'évaporation naturelle couplée à un système de drainage favorise l'évacuation de l'eau extraite avec les boues.

Cette eau sera évacuée en tête de la STEP par l'intermédiaire d'un poste de refoulement.



**Figure 3.9 : Lits de séchage.**

A l'issue de ce séchage, les boues seront mise en décharge ou épandues sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressant



# *Partie Pratique*

# *Chapitre 4*

## *Matériels et Méthodes*

## Chapitre 4. Matériel et Méthodes

### 4.1. Introduction

À partie expérimentale de ce travail a été réalisée dans les laboratoires des établissements suivants, la station de traitement des eaux (Ouargla) et ONA (Ouargla).

Pour étudier les caractères physico-chimiques, et déterminer le degré d'pureté par lagunage aéré à station d'épuration des eaux usées de Saïd Otba. Pour ce faire, nous suivons l'évolution des analyses physico-chimiques des eaux usées avant et après le traitement dans laboratoire de la STEP pendant cinq mois (janvier, Février, Mars, Avril, Mai) de l'année 2015.

### 4.2. Présentation de la zone d'étude

La Construite en 2006 par l'ONA de Ouargla en collaboration avec la société DYWIDAG et mise en marche en 2009, elle vise les objectifs suivants :

- La suppression des nuisances et des risques sur la santé humaine au niveau des zones urbaines;
- La protection du milieu récepteur;
- La réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation

### 4.3. Localisation des points de prélèvement :

Les points de prélèvements choisis dans cette étude sont :

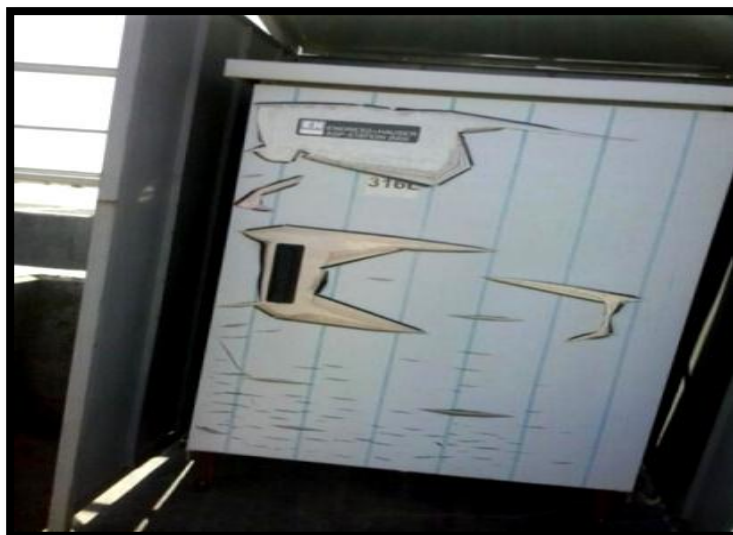
- L'entrée de la station d'épuration de la région d'Ouargla pour l'analyse des paramètres de pollution (DCO, DBO<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et O<sub>2</sub> dissous)
- La sortie de la station d'épuration de la région d'Ouargla pour l'analyse des paramètres de pollution.

#### ➤ Période de prélèvement

Des prélèvements ont été effectués du 20/01/ 2015 au 20/05/ 2015 pour l'analyse des paramètres de pollution

#### ➤ Mode de prélèvement

Le prélèvement des échantillons est facilité par l'emploi d'un échantillonneur automatique (Figure 4.1) qui fournit un prélèvement de 200 ml par heure. Après 24 heures l'ensemble des flacons fermés et étiquetés sont transportés au laboratoire pour former un échantillon représentatif par mélange.



**Figure 4.1 Echantillonneur moyen.**

#### **4.4. Echantillonnage des eaux**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. A cet effet, l'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans que ses caractéristiques soient altérées.

Chaque heure, un volume déterminé (au minimum 200 ml) sera prélevé, cet échantillon sera conservé au froid (réfrigérateur).

Chaque volume prélevé sera bien mélangé avec tous les prélèvements précédents, pour constituer l'échantillon moyen sur lequel l'analyse sera effectuée le lendemain

L'échantillon obtenu sera un échantillon composite formé d'échantillons ponctuels, de volume constant (200ml), prélevés à intervalles de temps constant (chaque heure) pendant la période d'échantillonnage qui s'étalera au minimum de 08h00 à 16h00

- L'agent veillera à utiliser des flacons de prélèvement propres, il rincera plusieurs fois le flacon avec l'eau à prélever
- Les flacons seront clairement identifiés (étiquette),
- Le transport des échantillons se fera dans des glacières,
- Certains paramètres tels que pH, température, oxygène dissous, conductivité seront déterminés sur site.



#### 4.5. Objectifs

L'objectif de ce chapitre est d'étudier l'évolution des indicateurs de pollutions (pH, T, Sal, CE, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Odiss, MES, DCO, DBO<sub>5</sub>) qui exercent une influence sur les performances épuratoires des systèmes d'épuration notamment lagunage aéré

#### 4.6. Méthode

Les composés qui existent dans les eaux usées sont très nombreux. Pour déterminer le degré de pollution, on va étudier l'évolution des paramètres de pollution, en générale les paramètres que nous avons mesurés sont T°, pH, DBO<sub>5</sub>, DCO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> et MES

- Pour les paramètres physiques, les mesures T°, pH, sal, CE, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, O<sub>diss</sub>, et MES et DCO) ont été réalisées dans laboratoire de la STEP
- Pour l'analyse de paramètre chimique DBO<sub>5</sub> sont faites au le laboratoire de Géologie de université de Ghardaïa

#### 4.7. Appareillage

Les appareils employés dans cette partie expérimentale sont :

- **Une balance** type KERN.
- **Une étuve** type MEMMERT.
- **Une plaque chauffante combinée** Type FALC.
- **Un agitateur** type FALC.
- **Un broyeur** type KARL KOLB (0.2 à 2 mm).
- **Un four** type SELECT-HORN.
- **Une unité de filtration sous vide** type SARTORIUS.
- **Un thermostat LT 200** type HACH LANGE (37 à 150 °C).
- **Une armoire thermostatique** type WTW (10 à 40 °C).
- **Un capteur de pression** type WTW.
- **Un pH mètres** type HANNA HI4221.
- **Un oxymètre** type WTW.
- **Un Spectrophotomètre DR 2800**

## 4.8. Réactifs et matériel utilisés

### 4.8.1. Détermination de la conductivité électrique et température et la salinité

- **Principe**

La valeur de la conductivité est un paramètre cumulé pour la concentration en ions d'une solution mesurée. Plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée. L'unité de conductivité est  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Pour sa mesure, nous avons eu recours à la méthode électrochimique de résistance à l'aide du **Conductimètre de poche Cond 340 i**

- **Appareillage**

- Conductimètre de poche Cond 340 i
- Pissette eau déminéralisé
- Solution KCl (3 mol/L) pour calibrage

- **Procédure**

- Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- Plonger l'électrode dans la solution a analysé.
- Lire la CE et la salinité et La température des stabilise de celle-ci.
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.



Photo 4.2 Conductimètre

### 4.8.2. Détermination de pH

- **But d'analyse**

Détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

- **Appareillage**

- Un pH- mètre portable.
- Solution étalon 4.7 et 10.
- Pissette eau déminéralisé.

- **Procédure**

- Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- Plonger l'électrode dans la solution a analysé.
- Lire le pH à température stable
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans une solution électrolyte

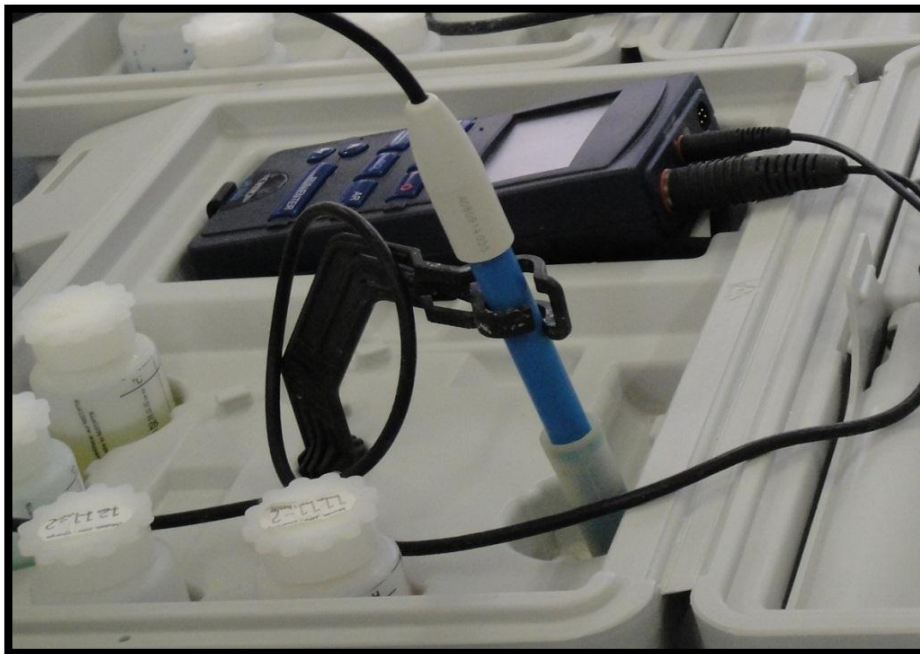


Photo 4.3 Un pH- mètre

### 4.8.3. Détermination des matières en suspension (MES)

- **But d'analyse**

Est de déterminer la teneur de matières en suspensions d'une eau traitée

- **Principe**

L'eau est filtrée et le poids des matières retenues est déterminé différence de pesée.

- **Appareillage**

- Balance de précision électronique (KERN. ABT).
- Filtre.
- Etuve MEMMERT. UNB).
- Dessiccateur.
- Pompe à vide.

#### a. Préparation des filtres par l'eau distillée

- Laver le filtre par l'eau distillée.
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser

#### b. Filtration de l'échantillon

- Placer le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration
- Agiter le flacon d'échantillon.
- Verser un volume de 100 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée.
- Filtré l'échantillon.
- Rincer les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée
- Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide de pinces.
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur
- Peser le filtre

### c. Expression des résultats

Le calcul de la teneur en MES est donné par l'expression suivante:

$$\text{MES} = 1000(M1 - M0) / V$$

MES La teneur en MES en (mg/l).

M1 La masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C

M0: La masse en (mg) de la capsule vide.

V: Volume de la prise d'essai en (ml).



Photo 4.4 unité de filtration avec une pompe à vide

#### 4.8.4. Détermination de l'oxygène dissous

- **Principe**

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des microbiologiques de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple, par les algues. Actuellement, la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux à l'aide du l'oxymètre de poche OXI 340I

- **Matériel nécessaire**
  - Un oxymètre
  - Solution alcaline électrolyte pour calibrage.
  - Pissette eau déminéralisée.



Photo 4.5 Oxymètre

#### 4.8.5. Détermination de $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , N total

##### 4.8.5.1. Détermination des nitrites $\text{N-NO}_2^-$ Méthodes spectrométrique

- **Principe**

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et donner des aromatique pour sels diazonium, ceux-ci forment avec des composés aromatique amino ou un contenant un group hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense

- **Appareillage**

- Pipette piston 0-2 ml
- Spectrophotometre

- **Réactif**

Réactif ammonium (LCK341) gamme 0,02 mg/l a 0,6 mg l

- **Procédure**

Cette méthode est applicable pour des échantillons ayant une teneur en chlore de 2000 mg/l MAX

- Elevez délicatement la feuille de protection du dosicap détachable
- Ajouter 2ml de l'échantillon en tube de réactif
- Visser immédiatement le dosicap dirigeant le cannelage vers le haut
- Secouer énergiquement
- Attendre 10 min
- Mesurer directement par la concentration par spectrophotometre DR 2800
- **Expression des résultats**

La teneur de  $\text{NO}_2$  est donnée en mg/l, Lecture direct.

#### 4.8.5.2. Détermination des nitrates N- $\text{NO}_3$ : Méthodes spectrométrique

- **Principe**

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique les ions nitrates réagissent avec les 2-6 diméthyles phénol pour donner 4-nitro 2,6-dimethylménol

- **Appareillages**

- Pipette piston 0-1 ml
- Spectrophotomètre DR2800

- **Réactif**

- Réactif nitrate LCK339

- **Procédure**

- Elevez délicatement la feuille de protection du dosicap zip détachable
- Ajouter 1 ml de l'échantillon dans le tube de réactif
- Pipeter 0,2 ml de la solution A LCK339

Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retourner plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet

Attendre 15 min bien nettoyer l'extérieur de la cuve

- **Expression des résultats**

La teneur de  $\text{NO}_3$  en mg/l

#### 4.8.5.3. Détermination de l'ammonium N-NH<sub>4</sub>+Méthode spectrométrique

- **Principe**

En présence de sodium nitopurissique agissant comme catalyseur et a une valeur du pH-12,- les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloeux et salicylique et donnant une coloration bleu indophénole

- **Appareillage**

- Pipette piston 0-5 ml
- Spectrophotomètre DR3800

- **Réactif**

Réactif ammonium LCK gamme (4,0 -80,0)

- **Procédure**

- Elevez délicatement la feuille de protection du Dosisap zip
- Ajouter 5 ml d'échantillon on tube de réactif
- Visser immédiatement le dosicap Zip dirigeant le cannelage vers le haut
- Secouer énergiquement
- Attendre 15 min bien nettoyer l'extérieur de la cuve
- Mesurer directement la concentration par spectrophotomètre DR3800

- **Résultats**

La teneur en NH<sub>4</sub> est donnée en mg/l

#### 4.8.6. Détermination d'Azote total Méthodes Spectrométrique

- **Principe**

L'azote contenu dans l'échantillon est oxydé en nitrate au moyen d'une digestion au persulfate de potassium sous l'action d'une source de lumière ultraviolette. Les ions nitrates sont ensuite réduits en nitrite en milieu alcalin par l'intermédiaire du sulfate d'hydrazine en présence de sulfate de cuivre, qui agit comme catalyseur

- **Appareillage**

- Pipette piston 0.2 ml
- Spectrophotomètre DR 2800



- **Réactif**

Réactifs oxyde nitrite (LCK 338) gamme (20 à 100 mg/l)

- **Procédure**

- Elevez délicatement la feuille de protection du Dosicap Zip
- Ajouter 0.2 ml d'échantillon on tube de réactif
- Mettre le filtre dans l'étuve à 107°C pendant 15 min.
- Visser immédiatement le dosicap zip dirigeant le cannelage vers le haut
- Secouer énergiquement
- Attendre 20 min bien nettoyer l'extérieur de la cuve
- Mesurer directement la concentration par spectrophotomètre DR3800

- **Résultats**

La teneur en N2 total est donnée en mg/l

#### 4.8.7. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

- **But d'analyse**

Mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DBO5.

- **Principe**

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par excès de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acidifié par acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), en présence de sulfate d'argent ( $Ag_2SO_4$ ) et de sulfate de mercure ( $HgSO_4$ ).

- **Appareillage**

- Pipette jaugée à 2 ml.
- Spectrophotomètre (DR 2800).
- Réacteur DCO à 150°C (HACH. LANGE).

- **Réactifs**

Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations.

Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg) pour les fortes concentrations

- **Procédure**

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO
- Agiter et Placer le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 148°C.
- Laisser refroidir à température ambiante.
- Mesurer directement la concentration de la DCO par spectrophotomètre DR 2800.

- **Expression des résultats**

La teneur en DCO est donnée en mg/l



Photo 4.6 Réactifs DCO

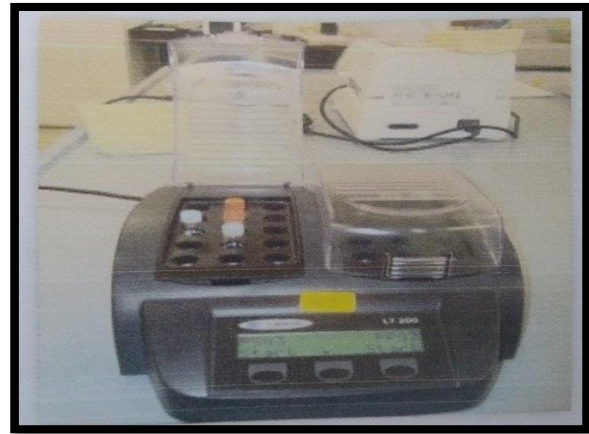


Photo 4.7 Réacteur DCO



Photo 4.8 Spectrophotomètre DR2800

#### 4.8.8. Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

- **Principe**

Échantillon d'eau introduit dans enceinte thermostatée est mis sous incubation. On a fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXL TOP

- **Appareillage**

- Réfrigérateur conservant une température de 21°C
- Un agitateur magnétique.
- Bouteilles brune de 510 ml.
- Pastilles hydroxyde de sodium (pour absorber le CO<sub>2</sub> dégagé par le microorganisme).

- **Procédure**

- La détermination de la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour la DBO<sub>5</sub>
- Volume de la prise d'essai pour les eaux urbaines. **(DBO<sub>5</sub>) = DCO (mg/l) x 0.80**
- Introduit la quantité de l'eau à analyser suivant le tableau. En fonction de la valeur de DCO.

La charge	DCO (mg/l)	Pris d'essai (ml)	Facteur
Très faible	0-40	432	1
faible	0-80	365	2
Moyenne	0-200	250	5
Plus que moyenne	0-400	164	10
Un peu chargée	0-800	97	20
Chargée	0-2000	43,5	50
Très chargée	0-4000	22,7	100

Tableau 4.1 Volume d'échantillon d'après la DCO (STEP Ouargla)

- Introduit la barre aimantée (agitateur) et les 2 pastilles d'hydroxyde de sodium
- Visser la tête de mesure sur les bouteilles.
- Appuyer simultanément sur les touches (S+M) durant 3 secondes jusqu'à apparition du message (00).
- Mettre au réfrigérant à 21°C pendant cinq jours.
- Lire au bout de cinq jours la valeur affichée et appliquer le coefficient pour la valeur réelle.
- **Expression des résultats**

$$\text{DBO5 (mg/l)} = \text{lecteur} \times \text{facteur}$$



Photo 4.9 DBO-mètre

# *Chapitre 5*

## *Résultats et Discussions*

## Chapitre 5. Résultats et discussions

### 5.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons interprétations d'évolution des résultats des analyses physico-chimiques et des eaux usées au niveau de la station d'épuration de Saïd Otba afin de pouvoir performance la pollution des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP

L'hypothèse de ce chapitre vise la détermination des taux d'épuration relative aux matières polluantes, signalé dans le quatrième chapitre. Et que l'opération du calcule se fait par la -

Détermination de teneur éliminée relative pour chaque élément selon la relation (\*) citée dans ce chapitre, puis calculer le taux d'épuration selon la relation (\*\*)

### 5.2. Calcul des taux d'épuration

Pour calculer les taux d'épuration Nous avons procéder comme suit :

On considère la teneur de l'effluent à l'entrée du bassin  $C_0$ , n correspond au nombre de semaine donc on note le teneur de l'effluent  $(C_0)_n$

C correspond à la teneur de l'effluent à la sortie de bassin donc on note la teneur de l'effluent  $C_n$  tel que  $n = \{ 1, 2, 3, 4 \}$

$$\text{Le Taux d'épuration de l'effluent} = \left( 1 - \frac{c_n}{(c_0)_{n-1}} \right) \times 100 \quad (**)$$

#### 5.2.1. Calcul de la charge éliminée

Sachons que la teneur de l'effluent à l'entrée du bassin  $= (C_0)_{n-1}$  et à la sortie du bassin est  $C_n$  donc

$$\text{La charge éliminée} = c_n - (c_0)_{n-1} \quad (*)$$

### 5.3. Évolution de la tenure des éléments physico-chimiques

#### 5.3.1. Évaluation de pH dans le Temps

D'après la (figure 5.1) On remarque que les valeurs du pH mesurées durant les cinq mois d'étude varient pour les eaux brutes entre 7.4 et 7.89 avec une valeur moyenne de 7.58 pour les eaux traitées, le pH varie entre 7.4 et 8.04 avec une valeur moyenne de 7.63

Evaluation de pH dans le temps		
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)
janvier	7,4	7,42
février	7,59	7,4
mars	7,52	7,54
avril	7,89	7,75
mai	7,54	8,04

Tableau 5-1- Evaluation de pH durant les cinq mois

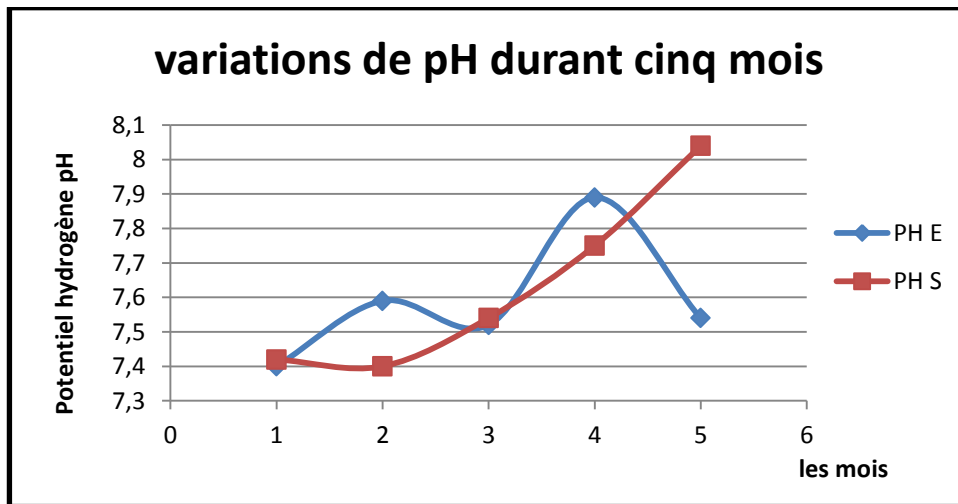


Figure 5.1. Variations de pH des eaux usées brutes et traitées dans le temps

5.3.1.1. Discussion des Résultats

Nos résultats des eaux brutes et traitées montrent des valeurs respectives aux normes de rejets recommandées par l'OMS et l'Algérie.

Les valeurs de pH des eaux traitées sont élevées toujours proches de (8) que les eaux brutes de 7.40 à 7.89.

Le PH est proche a la neutralité ce qui est pratiquement favorable au développement des micro- organismes, dans le cas de très fortes densités algales, le pH reste très élevé, ceci explique la valeur maximale (8) atteinte dans le bassin de finition (eaux traitées) enregistré dans tous les mesures

Le pH alcalin et la température modérée des bassins constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des bactéries qui établissent un parfait équilibre biologique permettant la dégradation de la matière organique et la décontamination de l'eau.

**5.3.2. Evaluation de la température dans le Temps**

D'après la (figure 5.2) Nous trouvons que les valeurs de la température présentent une moyenne de 21.51 C° varient entre la valeur maximale 27.91 C° relevée en Mai et la valeur minimale proche de 20.21 C° relevée en Janvier pour les eaux brutes , et les valeurs moyennes 19.54C° variant entre la valeur minimale de 15,08C° relevée en Janvier et la valeur maximale de 25,73 C° relevée en Mai pour les eaux traitées

Evaluation de T (C°) dans le Temps		
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)
janvier	20,21	15,08
février	21,1	16,38
mars	22,49	17,7
avril	25,65	22,85
mai	27,91	25,73

Tableau 5-2- Evaluation de T (C°) durant les cinq mois

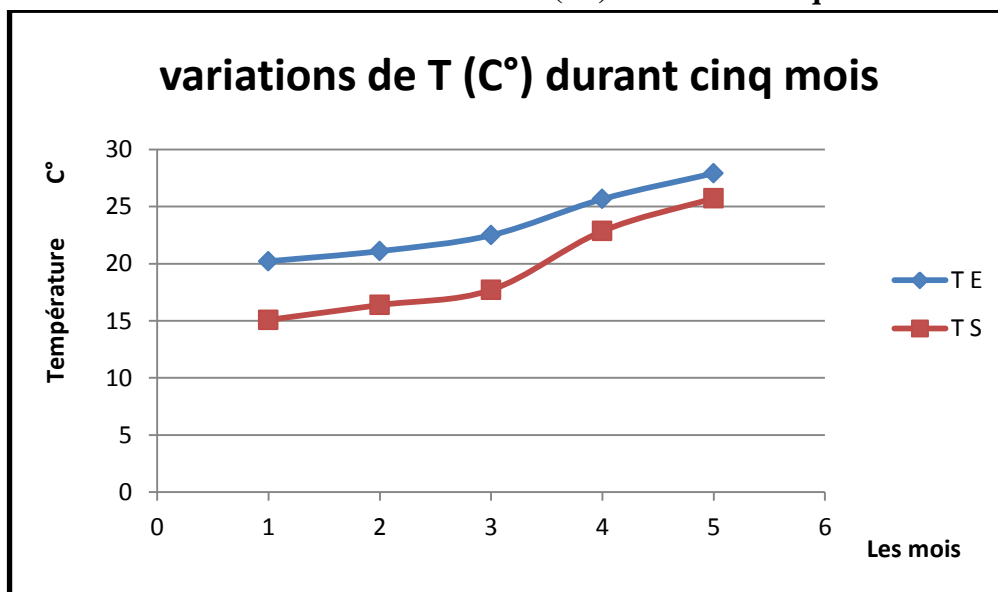


Figure 5.2. Variations de T (C°) des eaux usées brutes et traitées dans le temps



Et pour les valeurs de température mesurées durant les mois d'étude varient pour les eaux brutes entre 20.21 C° et 27.91 C° avec une valeur moyenne de 21.51 C°. Pour les eaux traitées, le varie entre 15,08C° et 25,73 C° avec une valeur moyenne de 19.54C°

#### **5.3.2.1. Discussion des Résultats**

La température facteur environnemental important dans les lagunes car elle a est un une grande importance quant à la composition des espèces d'algues.

Nos résultats des eaux brutes traitées montrent des valeurs respectives aux normes de rejets recommandées par l'OMS et l'Algérie 30 C°

La température qui a été enregistrée durant les mois de mai est 25,73 C° comme minimum, et la température maximale est environ 27,91C°. Car la température ambiante a dépassé 30 C° et dans les meilleur cas elle repose sur 35 C°

On remarque que les valeurs de températures des eaux traitées sont moins élevées (dans la plus part des cas) que les eaux brutes, cette diminution est due à la stagnation des eaux traitées dans les bassins par contre les eaux brutes peuvent être devenus d'un usage d'eau chaude ainsi que le mouvement d'eaux usées dans les canalisations de réseau d'égout peut augmenter sa température.

#### **5.3.3. Evaluation de matières en suspension (MES) dans le Temps**

Le suivi d'élimination des matières polluantes des eaux usées à l'aides des plantes, à travers (le bassin de STEP Said Otba) démontre les éliminations de teneur de MES dû l'entrée du bassin vers la sortie du bassin ceci a été prouvé par les valeurs obtenues du **tableau 5-3** qui correspondent totalement aux taux d'épuration maximal durant les cinq mois

D'après les résultats obtenus, nous avons enregistré une valeur moyenne qui dépasse la plus part du temps 180 mg/l pour les eaux brutes, une moyenne de 63.5 mg/l pour les eaux traitées. En comparant entre les moyennes obtenus des eaux brutes à celle des eaux traitées de MES.

Du suivi et on a constaté les résultats suivants :

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de MES mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	169,93	69,68	100,25	58,99%
février	355	47,5	280,5	79,01%
mars	197	96	101	51,27%
avril	149,25	57,5	91,75	61,47%
mai	112	47,04	64,96	58,00%

Tableau 5-3- Evaluation le taux d'épuration de MES durant les cinq mois

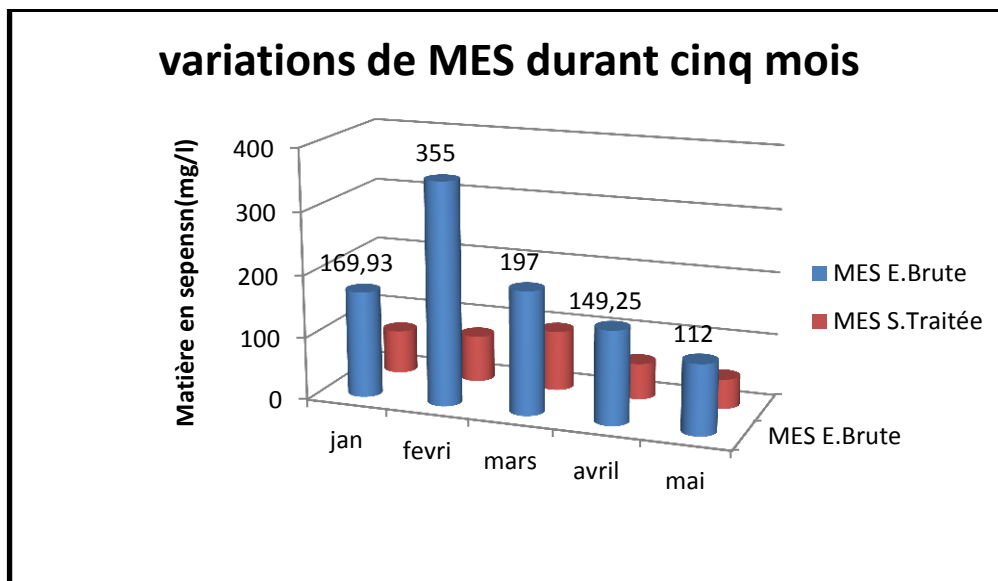


Figure 5.3. Variations de matières suspensions des eaux usées brutes et traitées dans le temps

selon le (figure 5.3) nous remarquons la valeur minimale de 112mg/l relevée en Mai et la valeur maximale de 355 mg/l relevée en Février pour les eaux brutes et la valeur minimale de 47,04 mg/l relevée en mai et la valeur maximale de 96 mg/l relevée en Mars pour les eaux traitées.

### 5.3.3.1. Discussion des résultats

La variation des rendements moyennes mensuelles de MES est en fonction de certains facteurs (la charge organiques des effluents, climat, saison... etc.). L'augmentation de la charge des MES ne représente pas une pollution en soi, tant que le milieu récepteur est assez grand peut accepter cette charge de matière organique vivante. Pour cette raison, les stations de lagunage doivent éviter des rejets dans des milieux clos et/ou trop petits, sous risque d'entraîner des phénomènes d'eutrophisation

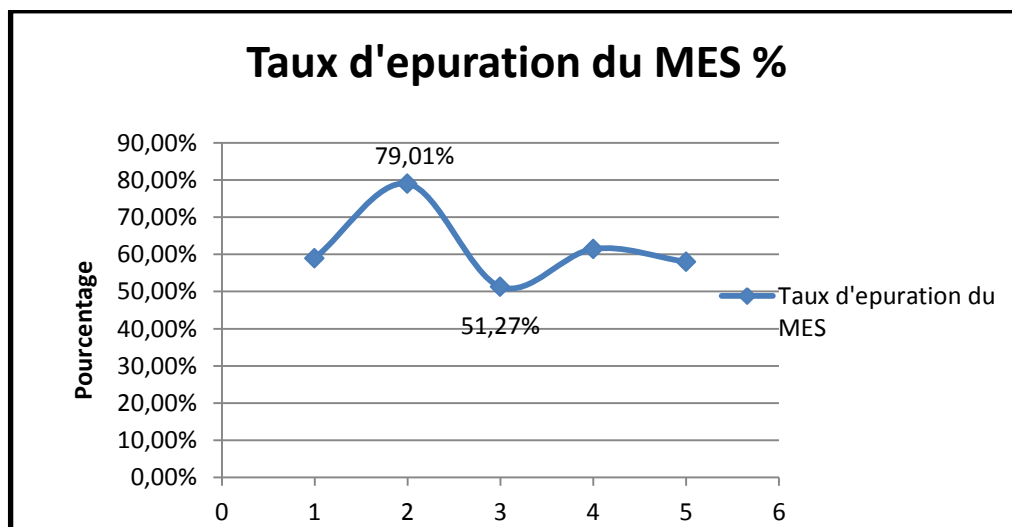


Figure 5.4. Evaluation le taux d'épuration maximal de MES durant les cinq mois

Le taux d'épuration pendant les cinq mois est limité entre une valeur maximale 79,01% et une valeur minimale 51,27%, ce qui nous permet de juger que l'épuration des eaux usées domestiques dans le bassin en ce concerne les matières en suspension est excellente

### 5.3.4. Evaluation de la demande biologique en oxygène DBO<sub>5</sub> (mg/l) dans le Temps

Selon les résultats obtenus de DBO<sub>5</sub>, les valeurs varient entre la valeur maximale 276,25 mg/l relevée en Février et la valeur minimale 127,5 mg/l relevée en Mai pour les eaux brutes.

Et la valeur maximale de 34 mg/l relevée en Mars et la valeur minimale de 19,75 mg/l relevée en Février les eaux traitées (Tableau 5-4)

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de DBO <sub>5</sub> mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	150	25	125	83,33%
février	276,25	19,75	256,5	92,85%
mars	141,25	34	104,25	73,81%
avril	142,5	21,67	121,83	85,49%
mai	127,5	28	99,5	78,04%

Tableau 5-4- Evaluation le taux d'épuration de DBO<sub>5</sub> durant les cinq mois

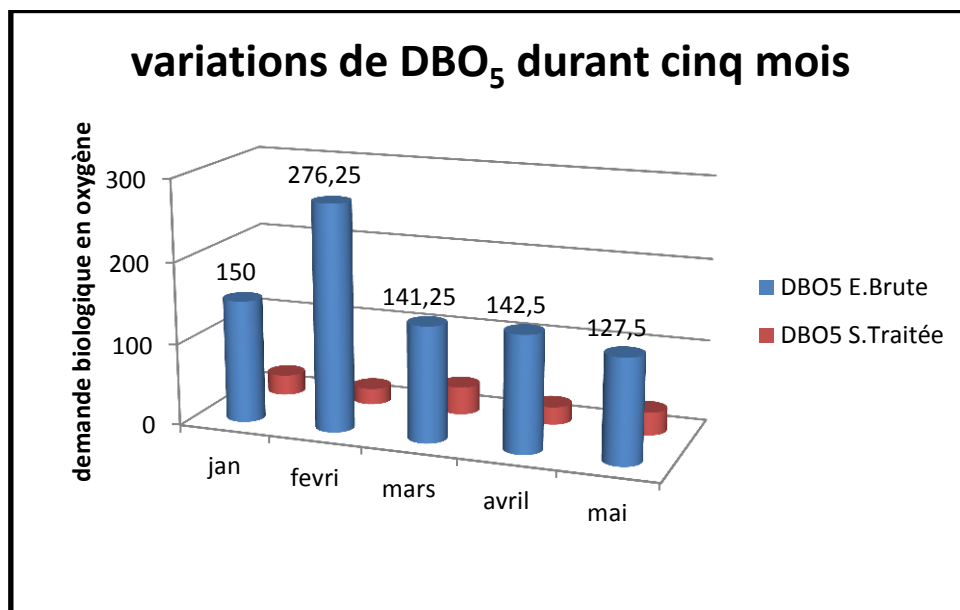
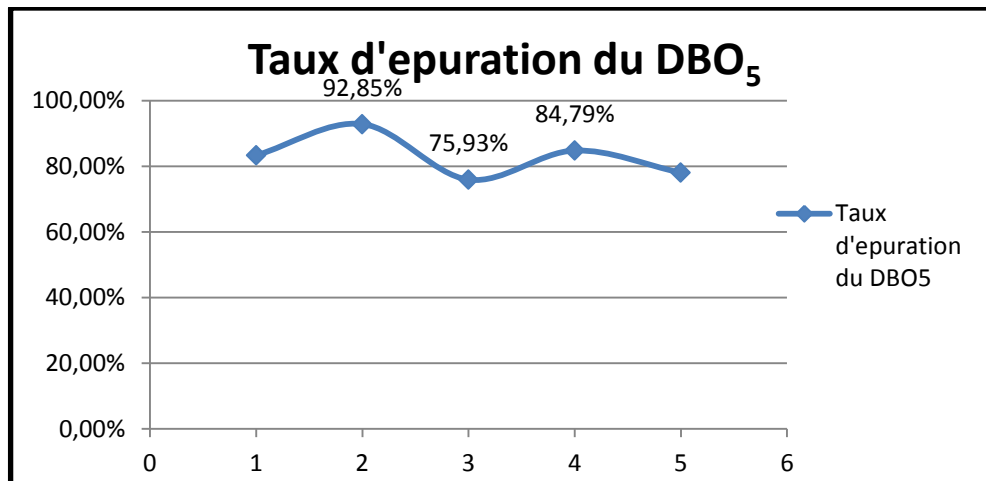


Figure 5.5. Variations de DBO<sub>5</sub>, des eaux usées brutes et traitées dans le temps

#### 5.3.4.1. Discussion des résultats

La dégradation des degrés de la pollution en termes de DBO<sub>5</sub> les taux d'épuration, sont rassemblés dans le tableau suivant. **Tableau 5-4**



**Figure 5.6. Evaluation le taux d'épuration maximal de DBO<sub>5</sub> durant les cinq mois**

Ces résultats signifient le rôle que jouent les bactéries dans la dégradation des polluants organiques biodégradables.

Les rendement d'élimination varient de 92,85 % - 75,93 % Tableau 5-4 avec une différence de 16,92 % pendant cinq mois la charge éliminée maximale la plus élevée observée en mois de Février pour une valeur de 256,5 mg/l pour un taux d'épuration de 92,85 %, mais la faible charge éliminée courant les cinq mois de traitement est de 99,5 mg/l observée au mois de mai pour un taux d'épuration de 78,04 %.

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par lagunage concernant en termes de DBO<sub>5</sub> est excellent.

La DBO<sub>5</sub> correspond au métier organique biodégradable. La DBO<sub>5</sub> évolue en sens inverse avec l'oxygène dissous

Ceci qui traduit une utilisation de l'oxygène dissous pour la dégradation de la matière organique. L'abattement de la DBO<sub>5</sub> est très rapide dans les 4 premiers jours de chaque semaine de l'entrée du bassin à la sortie du bassin puis se stabilise lorsque les teneurs en DBO<sub>5</sub> atteignent une valeur pouvons déduire qu'au-delà du mois de mars, l'effet de l'augmentation de la température influe négativement sur le rendement de la DBO<sub>5</sub> dans les conditions de notre expérience (contexte saharien).

**5.3.5. Evaluation de demande chimique oxygène DCO (mg/l) dans le Temps**

D'après les résultats de la DCO obtenu au niveau des eaux brutes (entré) varient entre intervalle de 579,57 (mg/l) et 279,3mg/l Autant que celle de l'eau traitée varient entre des valeurs de 111,25 (mg/l) et 74,6 (mg/l).

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de DCO mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	360,38	91,8	268,58	74,53%
février	579,57	79,3	500,27	86,32%
mars	322,75	111,25	211,5	65,53%
avril	357,77	74,6	273,07	76,33%
mai	279,3	83,79	195,51	70,00%

Tableau 5-5- Evaluation le taux d'épuration de DCO durant les cinq mois

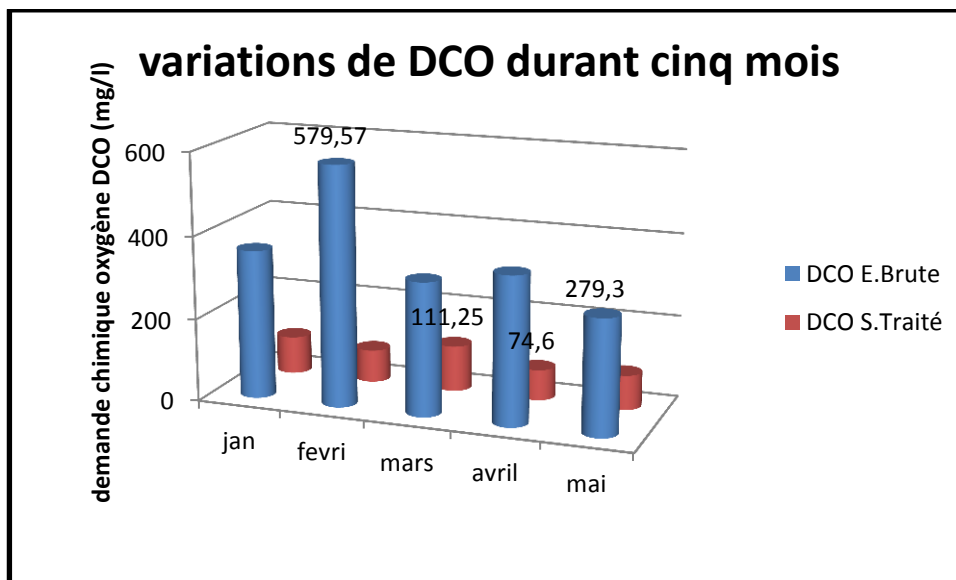
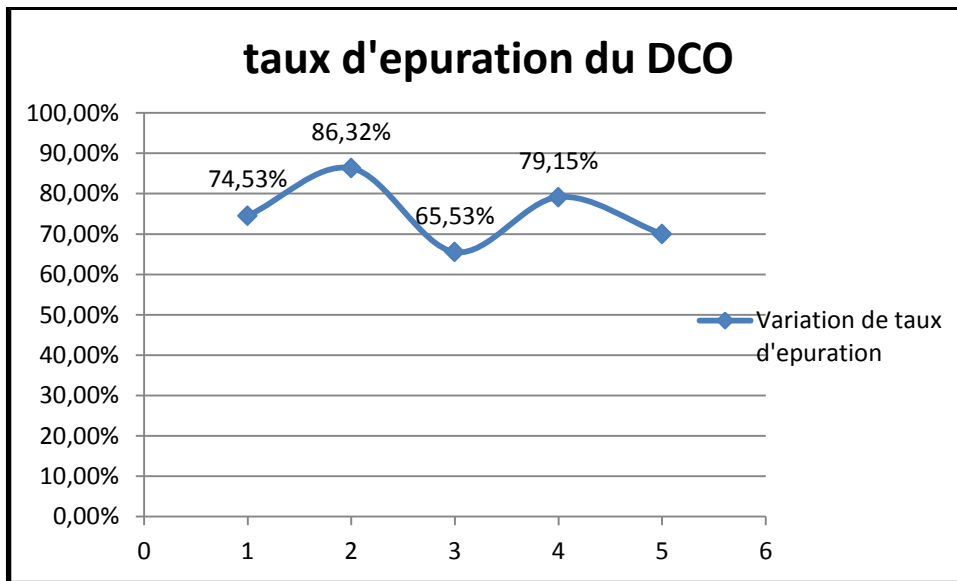


Figure 5.7. Variations de DCO des eaux usées brutes et traitées dans le temps

### 5.3.5.1. Discussion des Résultats

Les résultats obtenus concernant l'élément polluant. La DCO prouve sa diminution et augmentation dans le bassin avec le temps de séjour et on a enregistré des valeurs maximales et des valeurs minimales de teneurs concernant la charge éliminée Tableau 5-5 ainsi les taux d'épuration maximaux pour ce polluant pendant chaque mois durant la période de suivi au laboratoire ,et on les résumant dans le tableau précédent.



**Figure 5-8 Evaluation le taux d'épuration maximal de DCO durant les cinq mois**

Par comparaison entre les valeurs de DCO des eaux brutes et celle des eaux traitées, nous notons un bon rendement qui dépasse 65%. La valeur de taux d'épuration maximale de (86.32%) enregistré en Février et la valeur de taux d'épuration minimale enregistré en Mars (65.53%).

face à un taux d'épuration 86,32%, mais la faible charge éliminée courant les six mois de traitement est de 195,51 mg/l observée au mois de Mai pour un taux d'épuration correspondant à un pourcentage de 70% Tableau 5-5

Les résultats obtenus tableau n° :5-7 montrent que la dégradation de pollution en terme de DCO se fait avec des rendements très élevée > 65.53%.

Tout ça nous a permis de conclure que le traitement des eaux usées par les plantes concernant le polluant DCO est excellent.

**5.3.6. Evaluation d'ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l) dans le Temps**

A partir des résultats obtenus, enregistrons des valeurs comprises entre 35 mg/l et nous 27.8 mg/l pour les eaux brutes, et entre 16.9 mg/l et 30.9 mg/l pour les eaux traitées. Avec une valeur moyenne de 25.67 mg/l

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	35	30,9	5,9	16,86%
février	32,25	29,25	3	9,30%
mars	31	22,63	8,37	27,00%
avril	27,8	16,9	10,9	39,21%
mai	33,14	28,7	4,44	13,40%

Tableau 5-6- Evaluation le taux d'épuration de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> durant les cinq mois

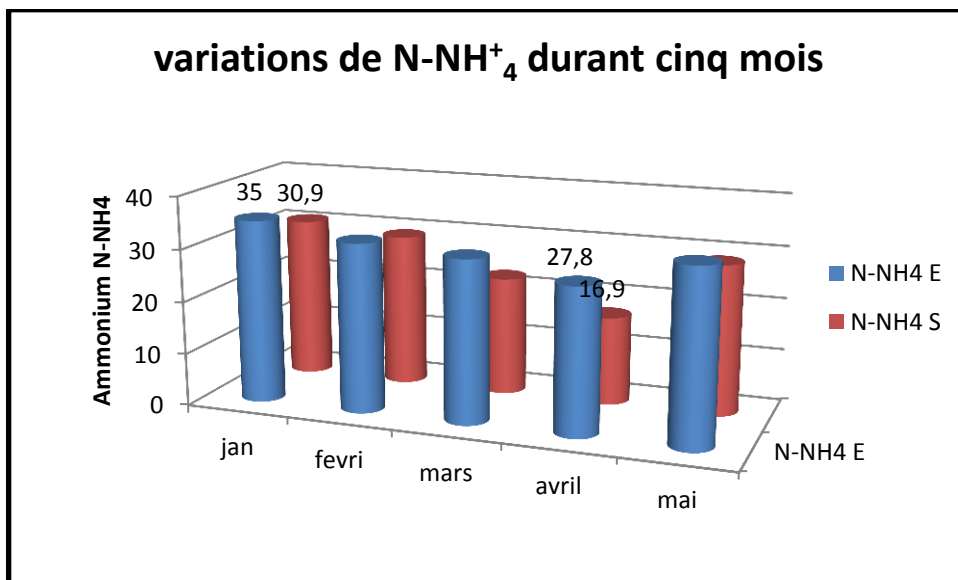
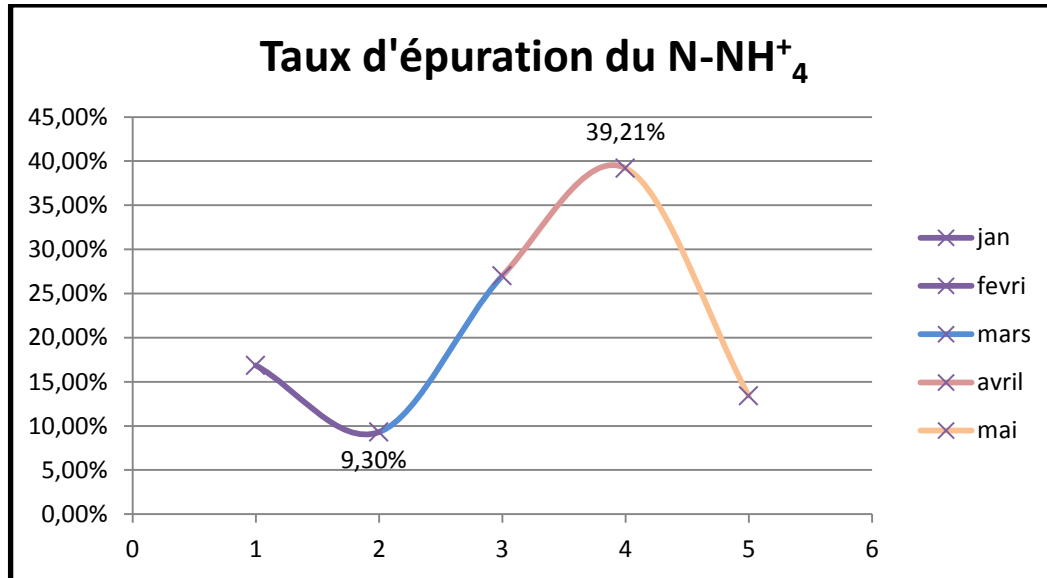


Figure 5-9 Variations d'ammonium N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> des eaux usées brutes et traitées dans le temps



### 5.3.6.1. Discussion des Résultats

Selon les résultats obtenus: le rendement moyenne d'élimination de l'azote ammoniacal 21.15%. la valeur de rendement maximale de (39.21%) enregistré en Avril et la valeur de rendement minimale enregistré en Février (9.30%).



**Figure 5-10 Evaluation le taux d'épuration maximal de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> durant les cinq mois**

Selon les résultats obtenus. La valeur moyenne de l'azote ammoniacal pour les eaux brutes est de l'ordre de 35mg/l. et pour les eaux traitées est 30.9mg/l Cette dernière est supérieure aux normes internationales des eaux d'irrigation selon FAO (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> < 02mg/l).

On peut dire si le pH ne dépasse pas 9 les N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sont non normés.

En a remarqué une augmentation de la concentration de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans les eaux traité cette augmentation est due la réduction nitrate en ammonium dans les conditions anaérobie.

### 5.3.7. Evaluation de nitrites (N-NO<sub>2</sub>) dans le Temps

Les valeurs mensuelles de nitrites varient entre la valeur maximale 0.48 mg/l relevée en Février et la valeur minimale 0.215 mg/l relevée en Avril pour les eaux brutes. Et la valeur maximale de 0.29 mg/l relevée en Janvier et la valeur minimale de 0.189 mg/l relevée en Avril pour les eaux traitées (Tableau 5.11).

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	0,33	0,29	0,04	12,12%
février	0,48	0,28	0,2	41,67%
mars	0,309	0,223	0,086	27,83%
avril	0,21	0,189	0,021	10,00%
mai	0,4	0,21	0,19	47,50%

Tableau 5-7- Evaluation le taux d'épuration de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> mg/l durant les cinq mois

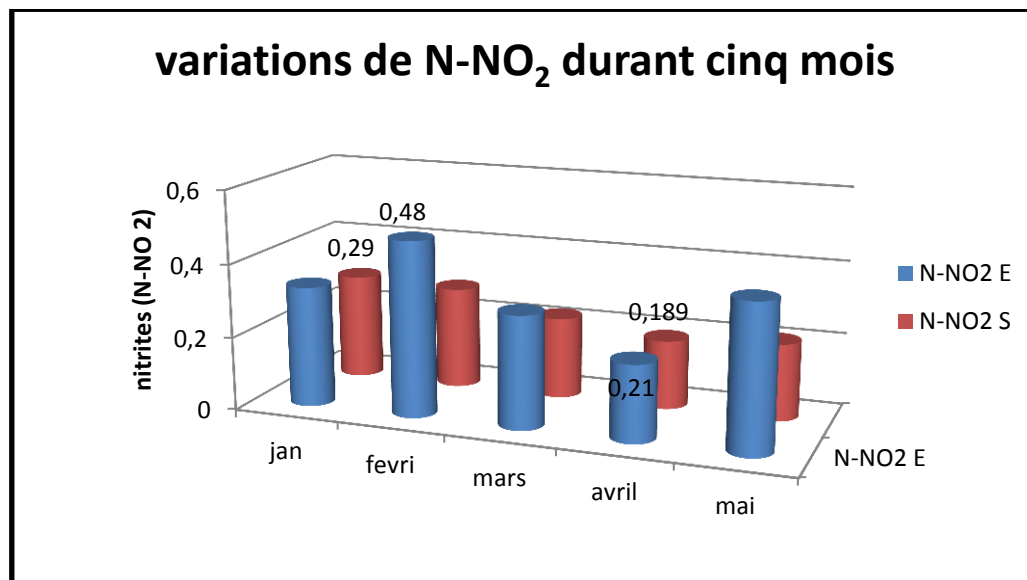


Figure 5.11. Variations de nitrite des eaux usées brutes et traitées dans le temps

### 5.3.7.1. Discussion des Résultats

la charge éliminée la plus élevée de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> était dans le mois de Février 0.2 mg/l pour un pourcentage d'épuration maximal 41.67 % mais la valeur minimale de teneur éliminée est de 0.021mg/l dans le mois de mars pour à un pourcentage d'épuration 10%.

Le taux d'épuration pendant les cinq mois est limité entre une valeur maximale 47.5% et une valeur minimale de 10%, ce qui nous permet de juger que l'épuration des eaux usée domestique dans le bassin en ce concerne N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> est faible

Ce qui répond aux normes internationales des eaux d'irrigation selon OMS ( $\text{NO}_3^- < 01 \text{ mg/l}$ ).

La diminution des valeurs de l'azote total des eaux brutes et celles des eaux traitées peut être expliquée par la perte d'une partie de l'azote sous forme de diazote gazeux ( $\text{N}_2$ ) par le processus de dénitrification dans les conditions anaérobies.

**5.3.8. Evaluation de nitrates ( $\text{N-NO}_3^-$ ) dans le Temps**

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de $\text{N-NO}_3^-$ mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	4,28	3,02	1,26	29,44%
février	0,68	0,34	0,34	50,00%
mars	0,849	0,829	0,02	2,36%
avril	1,293	1,194	0,099	7,66%
mai	1,89	1,77	0,12	6,35%

Tableau 5-8- Evaluation le taux d'épuration de  $\text{N-NO}_3^-$  durant les cinq mois

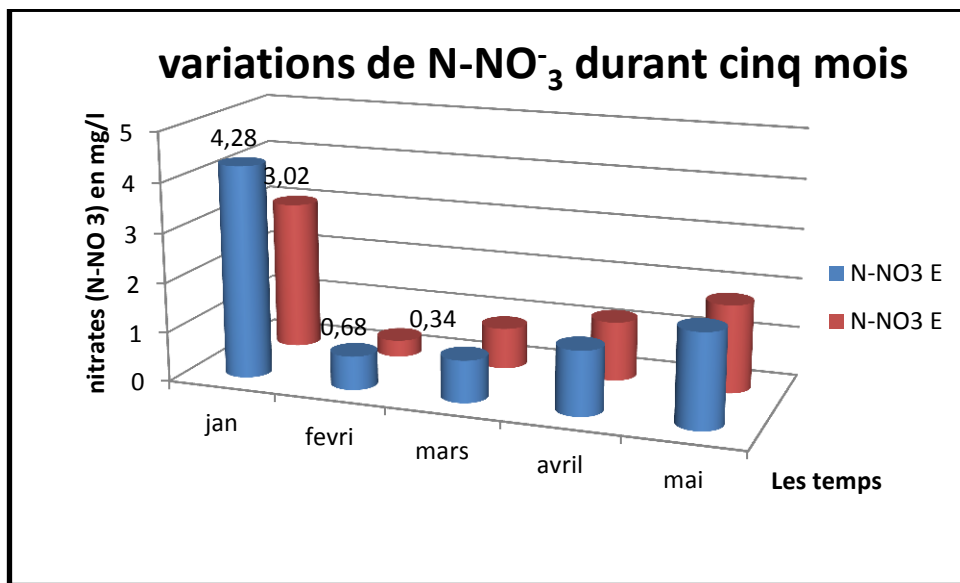
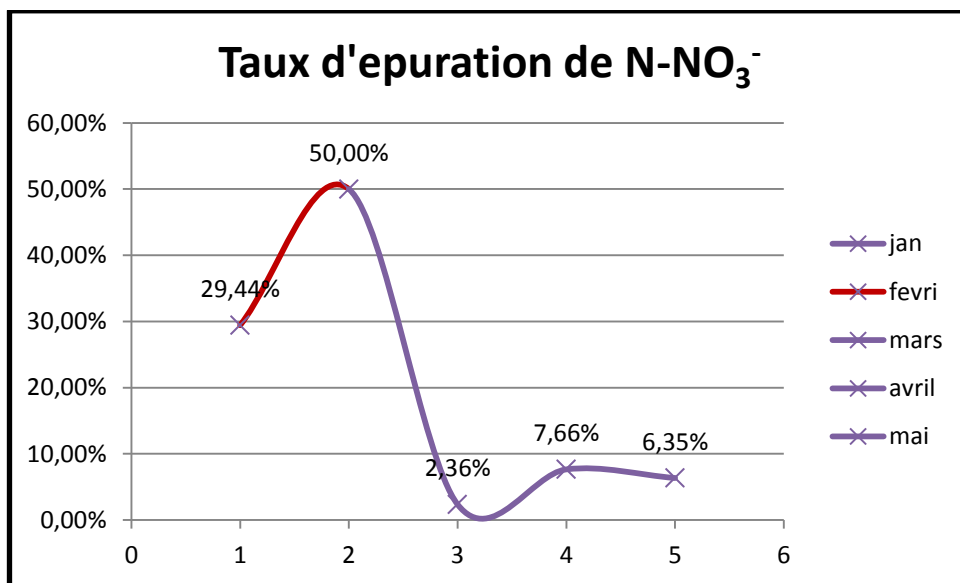


Figure 5.12. Variations de nitrates des eaux usées brutes et traitées dans le temps

### 5.3.8.1. Discussion des Résultats

Les résultats de nitrates ( $\text{N-NO}_3^-$ ) montrent que les valeurs mensuelles de cette dernière à une moyenne de 1.784 mg/l pour les eaux brutes. Tant disque dans les eaux traitées, les valeurs de nitrate ( $\text{N-NO}_3^-$ ) varient d'une manière légère, elles se situent entre 0.34 mg/l et 3.2 mg/l (Figure 5.12)

Les résultats obtenus de rendement mensuel d'élimination de nitrate, nous remarquons une élimination de 19.16 % la valeur de rendement maximale de (50 % enregistré en Février) et la valeur de rendement minimale enregistré en Mars (2.36%)



**Figure 5.13. Evaluation le taux d'épuration de  $\text{N-NO}_3^-$  durant les cinq mois**

Toutes les formes de l'azote (azote organique, ammoniacque nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates, cette réaction appelée nitratation s'accompagne aussi d'une consommation d'oxygène.

Les valeurs enregistrées sont 1,798 mg/l pour les eaux brutes et de l'ordre 1.43 mg/l pour les eaux traitées 20 % cela est conformes selon les normes ( $\leq 50$ ).

Ces valeurs sont compatibles aux normes internationales des eaux d'irrigation selon OMS ( $\text{N-NO}_3 < 50 \text{ mg/l}$ )

5.3.9. Evaluation de P- PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> mg/l dans le Temps

2015				
Résultats et discussion				
Evaluation de Pt mg/l dans le Temps				
MOIS	Entrée STEP (Eau brute)	Sortie STEP (Eau épurée)	Charge éliminé	taux d'épuration
janvier	3,95	3,16	0,79	20,00%
février	3,94	3,14	0,8	20,30%
mars	3,9	3,13	0,77	19,74%
avril	3,92	3,18	0,74	18,88%
mai	3,85	3,16	0,69	17,92%

Tableau 5-9- Evaluation le taux d'épuration de P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>--- durant les cinq moins

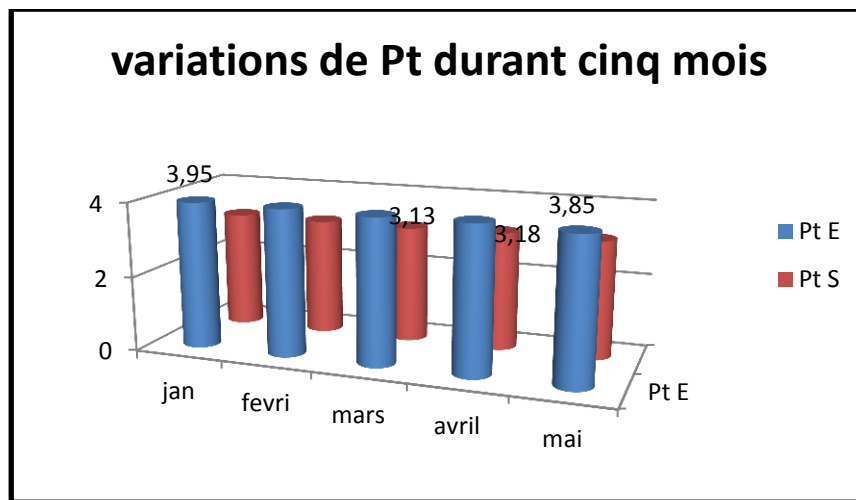


Figure 5.14variations de P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>---des eaux usées brutes et traitées dans le temps

la charge éliminée la plus élevée de P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> était dans le mois de Avril 0.8 mg/l pour un pourcentage d'épuration maximale de 50 % mais la valeur minimale de teneur éliminée est de 0.69 mg/l dans le mois de Mai pour un pourcentage d'épuration 17.92 %

5.3.9.1. Discussion des Résultats

Le degré d'épuration du polluant P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>le montre les pourcentages d'épuration selon les valeurs des teneurs éliminées à travers la valeur maximale 0.8 mg/l et la valeur minimale

0.69 mg/l Tableau 5-9 et le taux maximale 20.30% d'épuration durant les cinq mois de suivi montré ci-dessous

Ce qui 'autres résultats disponibles au niveau de la station montrent une faible élimination de la pollution ainsi qu'une faible élimination du phosphore total.

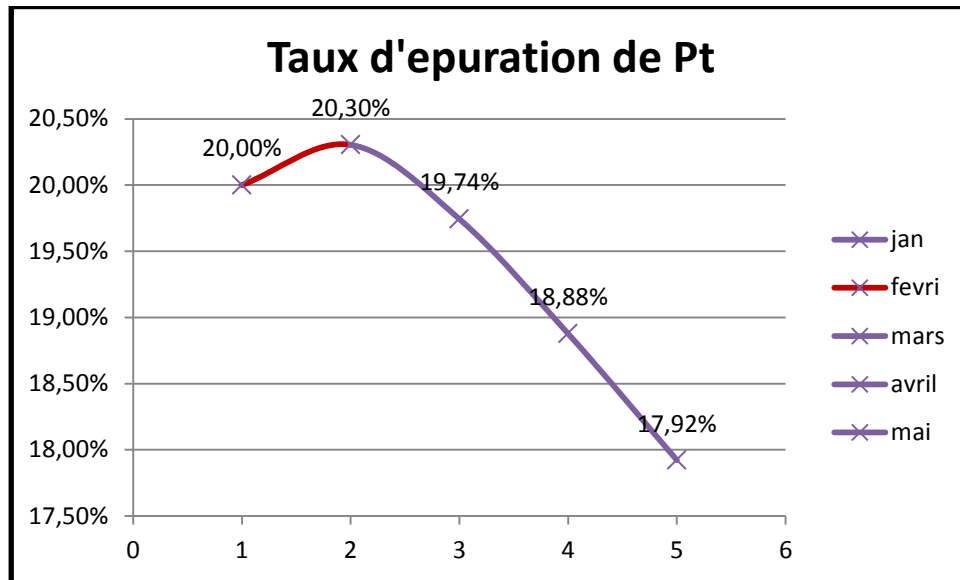


Figure 5.14 Evaluation le taux d'épuration de P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> durant les cinq mois

**5.3.10. Rapport DCO/DBO5**

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant

Evaluation de DCO /DBO <sub>5</sub>	
MOIS	Valeur
janvier	2,4
février	2,09
mars	2,28
avril	2,51
mai	2,19

Tableau 5-10- Evaluation le taux d'épuration DCO /DBO5 durant les cinq mois

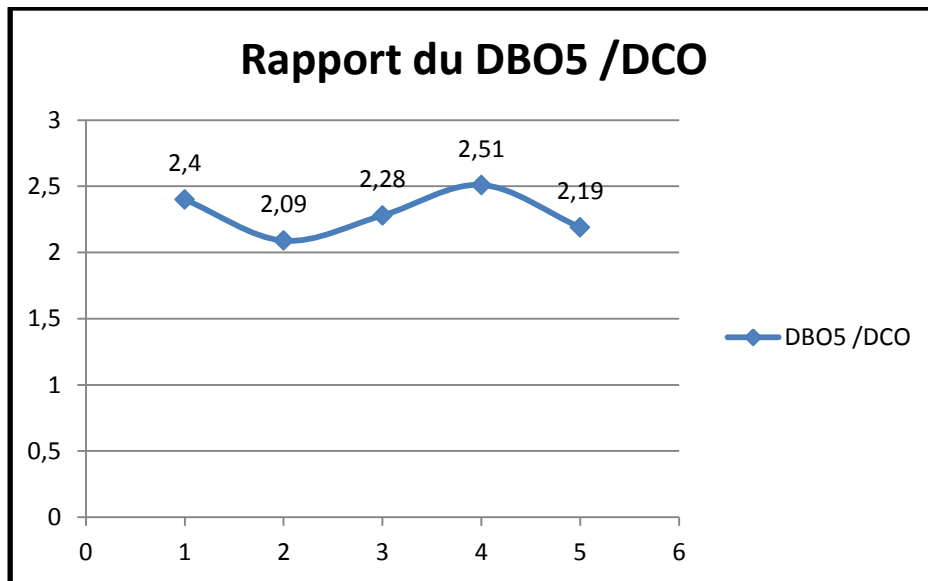


Figure 5.15: Variation de Rapport DCO/DBO5 dans le temps.

#### 5.3.10.1. Discussion des Résultats

Résultats varient entre un maximum de 2.51 et un minimum de 2.09 avec une moyenne de 2.29. La diminution de la DCO à la sortie de la station s'interprète par la dégradation de la matière organique. Les différences des résultats obtenus par la DCO et la DBO5 constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables, cette présente par le rapport DCO/DBO

# *Conclusion générale*



## **Conclusion générale**

A travers ce travail, nous avons tenté d'étudier les performances épuratoire de la station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré de la ville de Ouargla à travers le suivi des paramètres globaux de pollution tel que (MES, DCO, DBO<sub>5</sub>,) et certains paramètres physico-chimiques (pH, T,....

Au terme de notre étude, et selon les résultats obtenus, nous distinguons une grande différence entre les valeurs de pollution des eaux traitées et celles des eaux brutes, ceci dénote que le procédé de lagunage aéré est très utile pour l'épuration des eaux usées, des abattements de 75.10% pour la DCO, de 82.99% pour la DBO<sub>5</sub> et de 62% pour les MES sont observés.

D'autres résultats disponibles au niveau de la station montrent une faible élimination de la pollution azotée (ammonium, nitrites et des nitrates) ainsi qu'une faible élimination du phosphore total.

Concernant l'abattement des microorganismes et par comparaison entre la quantité des germes dans les eaux brutes et les eaux traitées d'après les résultats disponibles au niveau de la station, la réduction est très satisfaisante ce qui évite tous risque de contamination pour une éventuelle réutilisation agricole des eaux épurées.

Le lagunage aéré apparaît donc comme une technique performante dans le traitement des eaux usées sous le climat saharien, comme celui de la région d'Ouargla. A partir de cette étude, nous recommandons

- D'approfondir les études sur les performances épuratoires du lagunage aéré sous un climat aride.
- Equiper le poste de prétraitement par un système de déshuilage-dégraissage pour assurer un bon fonctionnement des bassins d'aération.
- Ajouter un traitement primaire (décantation) pour fournir une bonne élimination des matières colloïdales et en suspension pour faciliter les traitements ultérieurs.
- Prendre en charge les analyses parasitologiques pour un meilleur contrôle de la qualité microbiologique des eaux épurées.
- Résoudre le problème de prolifération intensive des algues pour augmenter les rendements d'abattement des MES

Un traitement tertiaire est indispensable (désinfection) pour une épuration entière des eaux

*Références  
Bibliographiques*

- **Haouati, 2005** Etude de réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djalfa mémoire d'ingénieur, Ecole nationale supérieure de l'hydraulique
- **Achouri F, 2003** Etude des performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage naturel de l'oued Béni-Messous W. (d'Alger)
- **Hammadi.2009** Phytoépuration des eaux usées de la région de Témacine Evaluation et condition optimales. Mémoire de magister. Université KASDI Merbah-Ouargla
- **Boukhari .1999** Boukhari Nacir. MFE (ENSH): Conception de la STEP de B.B.A. 1999.
- **Ayaz et Akça, 2001** Treatment of Wasterwater y natural systems. Environnement international.26pp189-195
- **Koné, 2002** Epuration des eaux usées par lagunage à microphytes et à macrophytes en Afrique Etat des lieux performances épuration et critère de dimensionnement thèse N° 2653 pp 17-30-31
- **Oussama ,2008** Contribution à la Réhabilitation de la Station d'Epuration de Baraki page 28
- **Chaib A., 2004** Bioépuration par lagunage naturel. Bulletin des énergies renouvelables N° 5
- **Gaid, 1993** traitement des eaux usées urbaines, technique de l'ingénieur
- **MIRA Yasmine, 2008** Contribution à la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000 (Corsin.,P Consult F et Mauguin G et Villain N 2006 L'eau
- **Bourserie.2001** épuration des eaux usées domestiques par filtration sur sable édition Agence de l'eau seine-normande
- **Grausclaude, 1999** L'eau usage et polluants Edition INRA.210p
- **Maman T.,2001** épuration des eaux usées de L'ENSH par lagunage naturel l'université des sciences et technique de Saad DAHLEB de Blida
- **Seidi et Mouchel, 2003** valorisations des eaux usées par lagunage dans les pays en voie de développement, Centre d'enseignement et de recherche Eau Ville Environnement
- **UNESCO, 2008** fiches techniques sur le traitement des eaux usées par lagunage bureau de l'UNESCO à Rebat.MAROCO
- **Racault .1997** le lagunage naturel les leçons tirées de 15 ans de pratique en France Coédition Cemagref Edition Agence ile Peau Loire Bretagne p9

- **Gommella et Gurree, 1983** « les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales » Ed. Eyrolles 61 boulevard Saint- Germain-75005 Paris
- **K.Djabelkhir, 2007** Contribution à la Réhabilitation de la Station d'Épuration de STAOUELI
- **Merdoud, 2003** Merdoud Mahmoud. MFE (ENSH): Conception de la STEP de l'UNAJUC de
- **kessaissia A, 2011** Conception d'une station d'épuration par lagunage Natural pour la ville de GHARDAIA mémoire ingénieure, Ecole nationale supérieure de l'hydraulique
- **STEP OUARGLA.** Station d'épuration de SAID OTBA
- **ONA (2009).** Rapport de l'office national de l'assainissement d'Ouargla, Algérie.
- **OMS (1989).** L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture : recommandations à avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé. Série de rapports techniques, n° 778, OMS, Genève, Suisse.
- 

### **Bibliographique électronique**

(\*)[https://www.google.dz/search?q=les+reseaux+unitaire&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMI792Jz\\_CayQIVCVoaCh24PQu2#imgrc=YEbj6eOkTZIsmM%3A](https://www.google.dz/search?q=les+reseaux+unitaire&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI792Jz_CayQIVCVoaCh24PQu2#imgrc=YEbj6eOkTZIsmM%3A)

(\*\*)[https://www.google.dz/search?q=les+reseaux+unitaire&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMI792Jz\\_CayQIVCVoaCh24PQu2#tbm=isch&q=les+reseaux+s%C3%A9paratifs&imgrc=c-gBoZ-QM4vfUM%3A](https://www.google.dz/search?q=les+reseaux+unitaire&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI792Jz_CayQIVCVoaCh24PQu2#tbm=isch&q=les+reseaux+s%C3%A9paratifs&imgrc=c-gBoZ-QM4vfUM%3A)