

REMERCIEMENTS

On tient à remercier nos encadreurs Mme. BOUKLI C. et Mr BOUMEDIEN. M de nous avoir dirigé dans notre travail avec attention, détermination et pour les efforts qu'ils ont fournis et leurs conseils.

On remercie également le président des jurés Mr. CHRIF Z.A. nos examinateurs Mr. BENTALHA CH. et Mme. BOUNANI K. de nous faire l'honneur d'accepter de nous examiner et discuter sur nos travaux.

On tient aussi à remercier tous les enseignantes enseignantes qui ont contribué à notre formations depuis les écoles primaire jusqu'aux études universitaire.

Dédicace

A mes très chers parents : à qui je leurs dois ce que je suis, qu'ils trouvent ici le modeste témoignage de mon profond amour filiale, de ma gratitude pour tous les sacrifices qu'ils se sont imposés et pour leurs admirables dévouements en des circonstances particulièrement difficiles.

A mes frères et ma sœur : (sendousse, nour el houda houssem diya) Pour l'attachement qu'ils m'ont toujours porté et aux efforts qu'ils ont fourni pour me supporter cette année.

A mes grandes mères, mes oncles, mes tantes et tous les membres de ma famille : En témoignage de ma profonde reconnaissance et affection.

A tous mes amis en particulier : B. Aissa, F. djalel M. Hakim S. Amine, Taha, Afaf, Amina ,B Mouade ,H Samir , Samia Ikram, Sofiane, , Abdelatif, , Nesrine, Salah, Hichem, Ilyes, Fadhila , Asma, Lamia, K. hakim Abedsamad qui m'ont fait passer une moment formidable.

Résumé

Les stations d'épuration connaissent de temps à autres des problèmes de dysfonctionnement. Ceci est du soit à des foisonnements de boues (phénomène de bulking) soit à une mauvaise oxygénation du milieu. Pour y remédier, l'exploitant d'une station d'épuration doit mettre en œuvre un programme de surveillance de chacun des organes constituant la station (bassin d'aération, décanteur primaire, clarificateur, Dégrilleur, etc..) et des sous-produits générés par le processus d'épuration (les boues). L'objectif de cette étude est de mesurer, pendant une période déterminée, les charges polluantes reçues et rejetées par la station d'épuration de Chlef (type boues activées), pour en évaluer son efficacité. Le contrôle de la station comportera le suivi de l'ensemble des paramètres (MES, DBO, DCO, NTK, pH, ..) permettant de justifier le bon fonctionnement des installations et leur fiabilité (dégrillage, graisses, boues, réactifs, énergie, etc.). La mise en place d'une méthodologie de suivi basée sur le suivi et le contrôle des indicateurs pertinents de performance doit permettre :

- De prévoir les équipements nécessaires au suivi dès la construction des installations ;
- De préparer l'exploitant au suivi et au pilotage de son installation ;
- D'établir les bilans de fonctionnement et d'interprétation des performances ;
- D'apporter des solutions et/ou des pistes d'amélioration ;
- D'aider l'exploitant dans la conduite de l'exploitation et dans l'amélioration des performances.

Mots clés : station d'épuration, eaux usées, Chlef, boues activées, performances

Abstract

Water purification plants know at time a lot of dysfunctionment problems. It is the result of foisonnement sludge (bulking phenomenon) or to the bad oxygenation of the middle. To remedy for these problems, the operator of the purification plant must put a program for control of each organs constitutes the plant and the by-products generated by the process of purification (biosolids). The aim of this study is to measure, during a determined period, the received polluting loads and rejected by Chlef water purification plant (activated sludge) in order to evaluate its efficacy for the removal of pollution. The control of the plant will include the following parameters (Suspended matters, BOD, COD, KTN, pH,..) permitting to justify the good working of this plant. The setting up of a methodology based on the control of the applicable indicators of performance must permit:

- To prepare the operator for the control and the piloting of his plant;
- To establish the results of the working and do the discussions of performances;
- To bring solutions for problems;
- To help the operator for the plant conduct and in the improvement of performances.

Key words: purification plant, wastewaters, Chlef, activated sludge, performances

TABLES DES MATIÈRES

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées Urbaines	
I.1. Définition d'une eau usée	3
I.2. Origine des eaux usées	3
I.2.1. Les eaux usées domestique	3
I.2.2. Les eaux usées industrielles	3
I.2.3. Les eaux agricoles	4
I.2.4. Les eaux pluviales	4
I.3. Pollution de l'eau	4
I.3.1. Pollution physique	4
I.3.2. Pollution mécanique	4
I.3.3. Pollution thermique	4
I.3.4. Pollution radioactive	5
I.3.5. Pollution chimique	5
I.3.6. Pollution organique	5
I.3.7. Pollution minérale	6
I.3.8. Pollution par l'azote	6
I.3.9. Pollution par le phosphore	6
I.3.10. Pollution microbiologique	6
I.4. Caractéristique des eaux usées	6
I.4.1. Paramètres organoleptiques	7
I.4.2. Les paramètres physico-chimiques	7
I.5. Normes de rejet des eaux usées	10
I.8. Conclusion	11
Chapitre II: Différents Procédés d'Épuration des Eaux Usées	
II.1 Introduction	12
II.2. Procédés de traitements des eaux usées	12
II.2.1. Les prétraitements	12
II.2.1.1. Le dégrillage	12
II.2.1.2. Le dessablage	13
II.2.1.3. Le dégraissage déshuilage	14
II.2.2. Le traitement primaire	14
II.3. Le traitement biologique	14
II.3.1. Introduction	14
II.3.2. Lit bactérien	15
II.3.3. Disques biologiques	15
II.3.4. Le lagunage	16
II.3.5. Les boues activées	17
II.3.5.1. Introduction	17
II.3.5.2. Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées	17
II.3.5.3. Paramètres influents dans les bassins à boue actives :	19

II.4. La décantation secondaire	20
II.5. Le traitement tertiaire	20
II.6. Le Traitement des boues	22
II.7. Conclusion	22
Chapitre III: Présentation et Description de la STEP de Chlef	
III.1. Situation géographique	23
III.2. Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux	25
III.2.1. Dégrilleur et local des pompes de relevage	25
III.2.2. Déssableur-Déshuileur	25
III.2.3. Bassins d'aération et local des pompes de recyclage:	26
III.2.4. Décanteur secondaire	28
III.3. Description des ouvrages de traitement de la filière boues	29
III.3.1. Épaississement :	29
III.3.2. Lits de séchage :	30
III.4. Conclusion	30
Chapitre IV: Matériel et méthodes	
IV.1. Introduction	31
IV.2. Matériel et Méthodes d'analyses	31
Chapitre V: Résultats et Interprétations	
V.1. Performances de la station d'épuration	35
V.1.1. Matières en suspension (MES)	35
V.1.2. Demande chimique en oxygène (DBO ₅)	36
V.1.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	36
V.1.4. Azote total (N-T)	37
V.1.5. Azote ammoniacal (N-NH ₃)	38
V.1.6. pH	38
V.1.7. Température	39
V.2. Paramètres de fonctionnement du process	40
V.2.1. Charge massique	40
V.2.2. Charge volumique	41
V.2.3. Concentration de boues dans le bassin d'aération	42
V.2.4. Age des boues	42
V.2.5. Temps de séjour de l'eau dans le bassin d'aération	43
Chapitre VI: Base de données GEXPLOITE	
VI.1. Introduction	46
VI.2. Présentation De La Base De Données Gexploite	46
VI.3. Simplicité Et Facilite D'accéder A L'information	47
VI.4. Protection De La Base De Données	51
VI.5. Exploitation De La Base De Données Et Mise En Œuvre Des Applications (Résultats Préliminaires)	51
VI.6. Conclusion	56

LISTES DES TABLEAUX

Tableau I.1: Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales)	10
Tableau III.1: Données spécifiques de la station	24
Tableau III.2: Caractéristiques de l'eau après traitements prévus par l'étude	24
Tableau V.1: Paramètres de fonctionnement des systèmes à boues activées	44
Tableau VI.I : Les différents droits d'accès (ONA, 2012)	48
Tableau VI.2 : Aperçu sur les principales procédures stockées de la BD GEXPLOITE (ONA, 2013)	49

LISTES DES FIGURES

Figure II.1 : Schéma de dégrilleurs	13
Figure II.2: Schéma de principe d'une filière de traitement par lit bactérien	15
Figure II.3 : Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques.	16
Figure II.4 : Schéma de principe d'un lagunage	17
Figure III.1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées(STEP) CHLEF	23
Figure III.2: Schéma général de la station d'épuration de la ville de Chlef	24
Figure III.3: Photo des dégrilleurs (ONA, 2012)	25
Figure III.4: Photo du Dessableur-déshuileur (ONA, 2011)	26
Figure III.5: Bassin d'aération (ONA, 2011)	26
Figure III.6: Photo du bassin de clarificateur (ONA.2011)	29
Figure III.7 : Photo d'un épaisseur (ONA, 2011)	29
Figure III.8 : Lit de séchage (ONA.2013)	30
Figure IV.1: Photo du pH mètre HACH utilisé	31
Figure IV.2: Photo de la balance électronique	32
Figure IV.3: Photo de l'étuve	33
Figure IV.4: Photo du DBO mètre HACH 26197-91	33
Figure IV.5: Phot du bloc chauffant	34
Figure IV.6: Photo du spectrophotomètre DR 2500	34
Figure V.1: Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP	35
Figure V.2: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP	36
Figure V.3: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP	37
Figure V.4: Variation journalière de l'azote total à l'entrée et à la sortie de la STEP	37
Figure V.5: Variation journalière de l'azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie	38
Figure V.6 : Variation journalière du pH de l'eau brute et traitée	39
Figure V.7: Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie	39
Figure V.8: Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP	40
Figure V.9: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP	41
Figure V.10: Variation de la concentration de la boue dans le bassin d'aération	42
Figure V.11 : Variation de l'âge des boues de la STEP de Chlef	43
Figure V.12: Variation du temps de séjours de l'eau dans le bassin d'aération	44
Figure VI.1 : Architecture de la base de données GEXPLOITE (ONA, 2012)	47
Figure VI.2 : Présentation de la base de données GEXPLOITE	48
Figure VI.3 : PS_AUTO_SURVEILLANCE – Introduction des valeurs	52
Figure VI.4 : Affichage des paramètres de l'auto-surveillance dans la STEP de Chlef	52
Figure VI.5 : PS_RENDEMENT_EPURATOIRE – Entrée des données	53
Figure VI.6 : Affichage des rendements épuratoires – Résultats de sortie	53
Figure VI.7 : PS_RAT_RESEAU– Entrée des données	54
Figure VI.8 : Affichage des paramètres d'exploitation pour les réseaux d'assainissement- Résultats de sortie	54
Figure VI.9 :PS_PRIX_REV_M3_EPURE – Entrée des données	55
Figure VI.10: Affichage du prix de revient du mètre cube d'eau épurée de la station d'épuration de Chlef pour le mois de juin 2013	56

LISTES DES ABRÉVIATIONS

°C : Degré Celsius.

Ca : Calcium.

CE : Conductivité Electrique

Cm: La charge massique exprime en kg DBO₅ / kg Mes T/j.

C_V : La charge volumique exprimé en kg DBO₅ / m³.j.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

OD : oxygène dissouts

EE : Eau Epurée.

EUT : Eau Usée Traitée

FAO : Food and Agronomique Organisation

Im : Indice de Mohlman

MES : Matière En Suspension.

M.M : matière minérales (mg/l)

MVS : matière volatile sèche (mg/l)

NO₃: Nitrate.

NT: Azote Total.

OMS : Organisation Mondial de la Santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

PH : Potentiel Hydrogène.

ERI : Eaux résiduaire industriel.

SAR : Taux d'Absorption du Sodium.

STEP : Station d'Epuration.

T : Température.

TDS : Total de Sel Dissous.

Ts : temps de séjour (h);

V₃₀: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation

INTRODUCTION

Introduction

L'inquiétude suscitée par la pénurie et la rareté des ressources en eaux en Algérie a obligé l'état à envisager le recours d'urgence aux ressources non conventionnelles tel que le dessalement de l'eau de mer pour l'alimentation en eau potable des villes côtières et la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation.

S'agissant de la réutilisation des eaux usées épurées, l'opération est à l'évidence. Elle est subordonnée au bon fonctionnement des stations d'épuration. Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques suite à un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation agricole ou rejet dans les milieux naturels.

En Algérie, la majorité des stations d'épuration existantes, conçues pour traiter et rejeter des effluents épurés conformes à la réglementation en matière de protection de l'environnement, sont loin de répondre aux exigences de qualités requises pour des eaux destinées à être réutilisées en agriculture. La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. 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. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore. Une grande majorité de ces polluants est transférés de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse [1].

Depuis les années 80, l'Algérie a engagé un vaste programme de réalisation, de stations d'épuration. Cependant, une grande partie de ces stations fonctionne avec des rendements épuratoires souvent faibles si elles ne se sont pas déjà à l'arrêt.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la station d'épuration de la ville de CHLEF en matière d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO, DBO₅), les MES, la turbidité, le pH et la température de l'eau.

Nous avons décomposé notre travail en deux parties :

- Une partie de bibliographique dans laquelle nous avons présenté au premier chapitre des généralités sur les eaux usées urbaines (origine, composition, types et paramètres de pollution, normes de rejet), au deuxième chapitre les différents procédés d'épuration des eaux usées (prétraitement, traitement primaire, traitement secondaire et tertiaire) puis le traitement par boues activées.
- Une partie expérimentale dans laquelle, nous avons présenté au troisième chapitre une présentation et une description générale de la STEP de CHLEF.

Le matériel et les méthodes analytiques utilisées dans cette étude sont donnés dans le quatrième chapitre. Le cinquième chapitre présente les résultats expérimentaux trouvés et leurs interprétations. Une présentation de bases de données d'un programme numérique GEXPLOITE pour la gestion de STEP est donnée en sixième chapitre.

Au terme de cette étude, une conclusion générale est donnée.

PARTIE I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I
GENERALITES SUR LES
EAUX USEES
URBAINES

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées Urbaines

I.1. Définition d'une eau usée

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques de l'eau, produite directement ou indirectement par les activités humaines.

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargés en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance [3], [4].

I.2. Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

I.2.1. Les eaux usées domestique

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelés eaux noires.

I.2.2. Les eaux usées industrielles

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

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

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles

ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration.

I.2.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et de eaux des cours d'eau ou des retenues

I.2.4. Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues ou sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, débris et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique [5].

I.3. Pollution de l'eau

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels.

Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution [6-8] :

I.3.1. Pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle. On peut la répartir en trois classes: mécanique, thermique et radioactive [6], [9].

I.3.2. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles (ERI), ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES.

I.3.3. Pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); ont une température de

l'ordre de (70 à 80) °C. Elle diminue jusqu' à (40 à 45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène.

En outre, tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralenti la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter. Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favoriser le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique [6], [7].

I.3.4. Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements [6], [7].

I.3.5. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée en deux catégories :

- Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..) ;
- Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...)

I.3.6. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de matières organiques, la fermentation anaérobie (putréfaction), génératrices de nuisances olfactives [7], [10].

a. Hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires). Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition. En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes [11], [9].

b. Phénols

Ils désignent un ensemble de composés hydroxylés du benzène. La présence du phénol dans l'eau a pour origine les polluants industriels (usine chimique, cokeries, industries pétrochimique, raffineries...), ainsi que les revêtements bitumeux des canalisations et des réservoirs, la décomposition des produits végétaux et la dégradation des pesticides. Leur inconvénient principal est qu'ils donnent à l'eau un goût extrêmement désagréable et très persistant marqué de chloro-phénol lorsqu'ils sont en présence de chlore [12].

I.3.7. Pollution minérale

La présence des métaux lourds dans l'eau est le cas le plus intéressant parmi les problèmes posés à la pollution. Par ordre décroissant de toxicité spécifique. Les métaux sont classés comme suit: $Hg < Cr < Ti < Cu < Co < Ni < Pb < Zn$. Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisés et concentrés par les organismes vivants et mis en circulation dans la chaîne alimentaire. L'irréversibilité de cette pollution est préoccupante du fait qu'il est impossible de les récupérer, une fois dissipés dans la nature [9], [13].

I.3.8. Pollution par l'azote

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riches en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires [2]. L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-).

I.3.9. Pollution par le phosphore

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire [12]. Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [7].

I.3.10. Pollution microbiologique

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) qui sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique...) [14].

I.4. Caractéristique des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimé en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modification

que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs [5] L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents [8], [14]. Parmi ces paramètres on cite les plus importants :

I.4.1. Paramètres organoleptiques

a. Couleur

La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes [6], [14].

b. Odeur

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition [14].

I.4.2. Les paramètres physico-chimiques

Ils résultent d'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels [5].

a. La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32 °C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures variant de 12 à 15 °C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C [15].

b. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH. Un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9.

c. La turbidité

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

d. Les matières en suspension (MES)

Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS) non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. On estime que 30 % des MES sont organiques et 70 % sont minérales.

- **Les matières volatiles en suspension (MVS) :** représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau.

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

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité entraînant ainsi une chute en oxygène dissout et freinant les phénomènes photosynthétique contribuent au ré aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène [16].

e. La conductivité électrique (CE)

La d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en $\mu\text{Sm/cm}$ et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm/cm . La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [5].

f. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

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

g. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non

contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. la valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine. Généralement la valeur de la DCO est :

- DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines ;
- DCO = 1 à 10 fois DBO pour l'ensemble des eaux résiduaire ;
- DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles [17].

La relation empirique de la matière oxydable en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante: $MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$

h. La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec $K = DCO/DBO_5$:

- Si $K < 1.5$, cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- Si $1.5 < K < 2.5$, cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2.5 < K < 3$, les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $k > 3$, les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures..... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, si non on applique un traitement physico-chimique [5].

i. Carbone total organique (COT)

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon [11].

j. L'azote ammoniacal (NH₄⁺)

Dans l'eau, l'azote ammoniacal (ammonium) est la fraction la plus réduite, soluble, il se trouve sous formes: ion ammonium et la forme non dissociée l'ammoniaque (NH₃). En milieu basique l'ammonium est en fait un gaz peu soluble et qui se dégage facilement dans l'atmosphère, on parle de stripping de (NH₃). Son origine c'est les pluies et les neiges (jusqu'

à 2 mg/l) les eaux souterraines (réduction des nitrates) en association avec le fer se fait la décomposition des déchets azotés (urée, azote organique) [30].

k. L'oxygène dissous

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'est pas un élément constitutif. Sa solubilité est en fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau: les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation [31].

l. Azote total (NT)

Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les ERI recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées (NO_2^-), (NO_3^-) [6], [8].

m. Phosphore total (PT)

Le phosphore se trouve dans les eaux résiduaires sous formes:

- d'ortho-phosphate, soluble PO_4H_2^- ;
- de poly-phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho-phosphate;
- de phosphore non dissous.

I.5. Normes de rejet des eaux usées

La pollution de l'eau peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme ainsi que sur le milieu naturel. L'Algérie, soucieuse de préserver la santé publique et l'environnement a instauré des normes relatives aux rejets des eaux usées. Le décret exécutif paru dans le journal officiel N°46 du juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides. Les normes de rejets sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1: Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales) (source : journal officiel N°46 juillet 1993)

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Temperature	°C	30
pH	/	5.5 à 8.5
MES		30
DBO ₅	mg/L	40
DCO	mg/L	120
Azote Kjeldahl	mg/L	40
Phosphates	mg/L	2

Tableau II.1 (Suite): Normes d'un rejet dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales JO, 1993) (source : journal officiel N°46 juillet 1993)

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Temperature	°C	30
Cyanures	mg/L	0.1
Aluminium	mg/L	5
Cadmium	mg/L	0.2
Chrome ³⁺	mg/L	3
Chrome ⁶⁺	mg/L	0.1
Fer	mg/L	5
Manganese	mg/L	1
Mercure	mg/L	0.01
Nickel	mg/L	5
Plomb	mg/L	1
Cuivre	mg/L	3
Zinc	mg/L	5
Huiles et graisses	mg/L	20
Phénols	mg/L	0.5
Solvants organiques	mg/L	20
Chlore actif	mg/L	1
Detergents	mg/L	2

I.8. Conclusion

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels. La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à traitements physique, physico-chimique et biologique. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs. Le traitement des eaux usées est une alternative susceptible de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs.

CHAPITRE II
DIFFERENTS PROCEDES
D'EPURATION
DES EAUX USEES

Chapitre II: Différents Procédés d'Épuration des Eaux Usées

II.1. Introduction

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitement sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

Une station d'épuration comporte généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grandes tailles), puis par flottation/décantation (pour les sables et les graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des MES. Des traitements physico-chimique et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation. Enfin, un traitement des nitrates et des phosphates est exigé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physiques et naturels [5].

II.2. Procédés de traitements des eaux usées

II.2.1. Les prétraitements

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations: le dégrillage, principalement pour les déchets volumineux, le dessablage pour les sables et graviers et le dégraissage-déshuilage pour les huiles et les graisses [5].

II.2.1.1. Le dégrillage

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères. Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de

protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement. Pour leur dimensionnement, on se base sur la vitesse de passage à travers la grille, qui doit être suffisante pour obtenir l'application des matières sur la grille, Généralement la vitesse moyenne de passage comprise entre de 0,6 m/s et 1,2 m/s [5], [18] .

Il existe plusieurs types de grilles :

- Le dégrillage grossier dont les barreaux des grilles sont espacés de 30 à 100mm ;
- Le dégrillage moyen de 10 à 30 mm ;
- Le dégrillage fin moins de 10 mm.

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale. Pour le nettoyage des grilles, on peut rencontrer deux types :

- ✚ Les grilles manuelles.
- ✚ Les grilles automatiques.

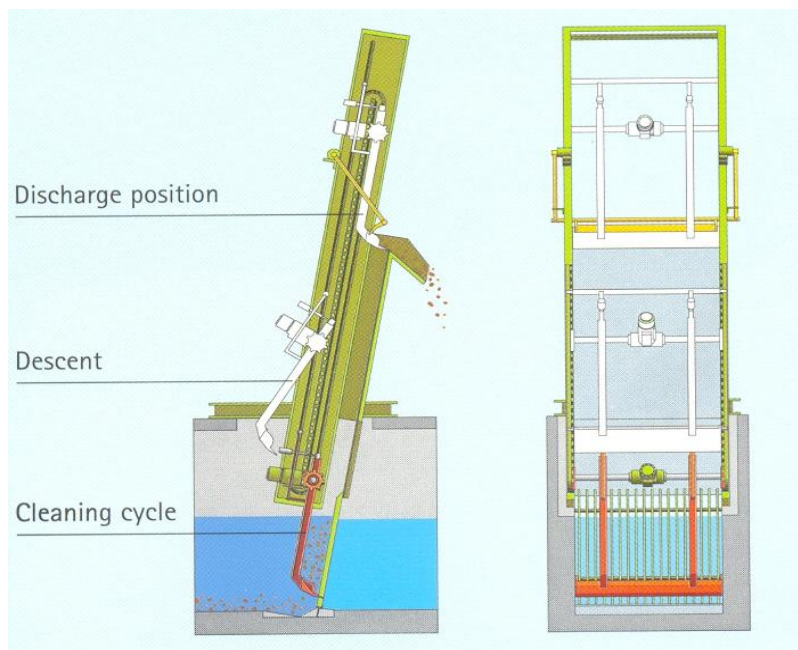


Figure II.1 : Schéma de dégrilleurs

II.2.1.2. Le dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, ainsi pour protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et éviter de surcharger les stades de traitements ultérieurs en particulier les réacteurs biologiques. L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé dessableur entraîne leur

dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par un râteau mécanique et poussé dans un centenaire d'évacuation [5], [18].

II.2.1.3. Le dégraissage déshuilage

Les graisses et les huiles étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des garages, des chaussées, des usines, des abattoirs,....etc. Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide. Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique [5].

II.2.2. Le traitement primaire

Ce traitement représente la décantation qui consiste à utiliser la différence entre les masses volumiques de l'eau et les particules solides en suspension, en utilisant des procédés physiques naturels, comme la filtration ou bien des procédés physico-chimique tels que la coagulation-floculation [5]. On distingue :

✓ **La décantation physique (naturelle)**

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration [18].

✓ **La décantation physico-chimique**

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération. Par l'injection des réactifs tels que: (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation on trouve: (les flocculant minéraux, les flocculant organiques) [5], [19].

II.3. Le traitement biologique

II.3.1. Introduction

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des micro-

organismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique ce sont procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (lits bactériens, disque biologique rotatifs), les procédés à décantation interne (lagunage, épandage) [5].

II.3.2. Lit bactérien

Il reproduit industriellement l'effet épurateur du sol. Utilisé pour les eaux très chargées, il est constitué d'un bassin rempli de pouzzolane, roche poreuse d'origine volcanique sur laquelle les micro-organismes forment une pellicule appelée zooglé (bio-film). C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont également appelés «réacteurs à biomasse fixée», la biomasse étant la quantité de matières vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume.

L'effluent est distribué par aspersion en surface et l'oxygénation est apportée par ventilation naturelle de bas en haut. En ruisselant, l'eau à épurer forme un film liquide qui sera traversé par l'oxygénation venant de l'air, et par le CO_2 formé dans la biomasse. Les rendements d'épuration sur lit bactérien peuvent atteindre 85 à 95 %. Par ailleurs, ce procédé génère des boues fermentescibles et des nuisances olfactives [25].

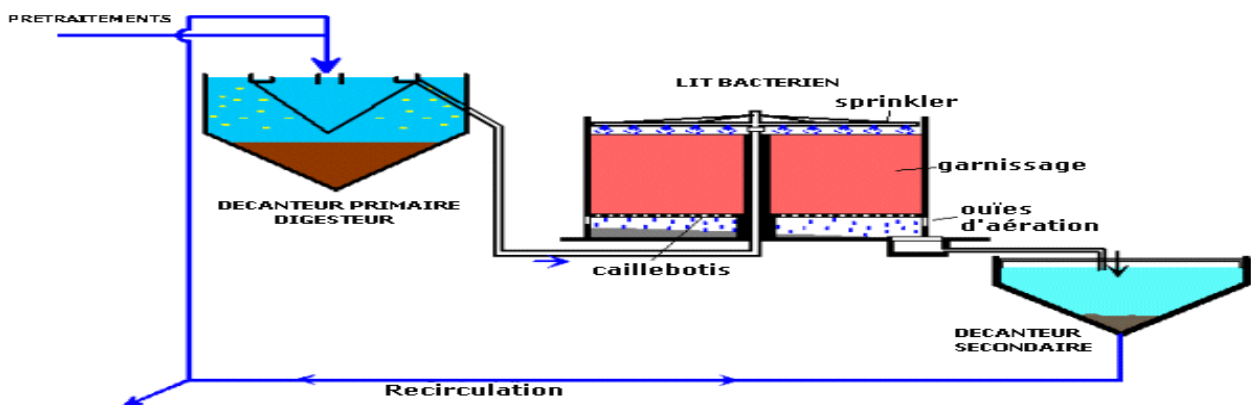


Figure II.2: Schéma de principe d'une filière de traitement par lit bactérien

II.3.3. Disques biologiques

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par des disques parallèles, régulièrement espacés sur un axe horizontal tournant à faible vitesse. Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés. Leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

Ce procédé est mieux adapté à un système séparatif que unitaire, il s'adapte bien aux fortes charges des effluents. Il élimine la DBO₅, la DCO et l'ammoniac de façon satisfaisante. Il faut rappeler que les boues représentent 1 à 1.3 litres/hab/jour c.à.d. 0.8 à 1 kg de MES par Kg de DBO₅ éliminé [26].

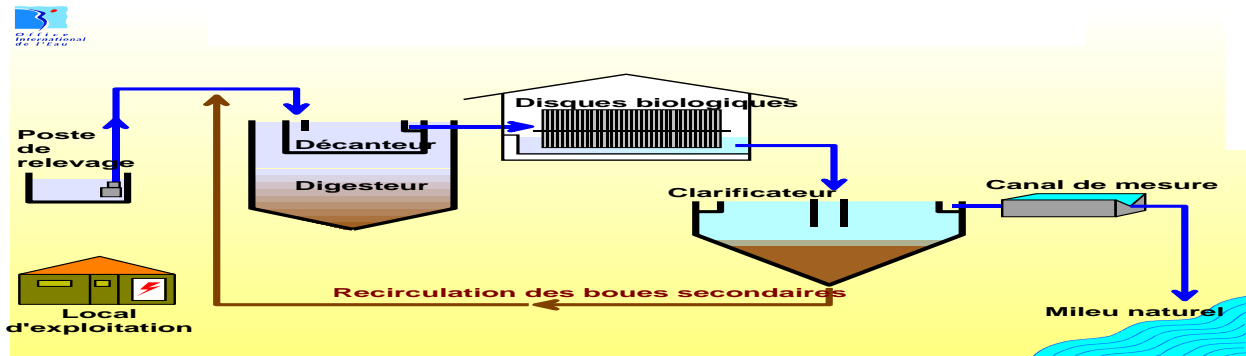


Figure II.3 : Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques.

II.3.4. Le lagunage

Le lagunage est un système biologique d'épuration extensive, 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. On désigne par lagunage ou bassin de stabilisation, toute dépression ou excavation naturelle ou artificielle dans laquelle s'écoulent naturellement ou artificiellement les eaux usées brutes ou décantées, pour ressortir, sans intervention extérieure d'aucune sorte, dans un état où elles ne risquent pas d'altérer la qualité du milieu récepteur. Il simule, en l'amplifiant, l'action auto-épuratrice des étangs ou des lacs. Associés aux systèmes conventionnels de traitement secondaire, ils constituent aussi d'excellents dispositifs tertiaires aptes à réduire les risques liés aux micro-organismes pathogènes [5]. On peut classer les lagunes en trois types :

- * Les lagunes anaérobies.
- * Les lagunes aérobies
- * Les lagunes facultatives.

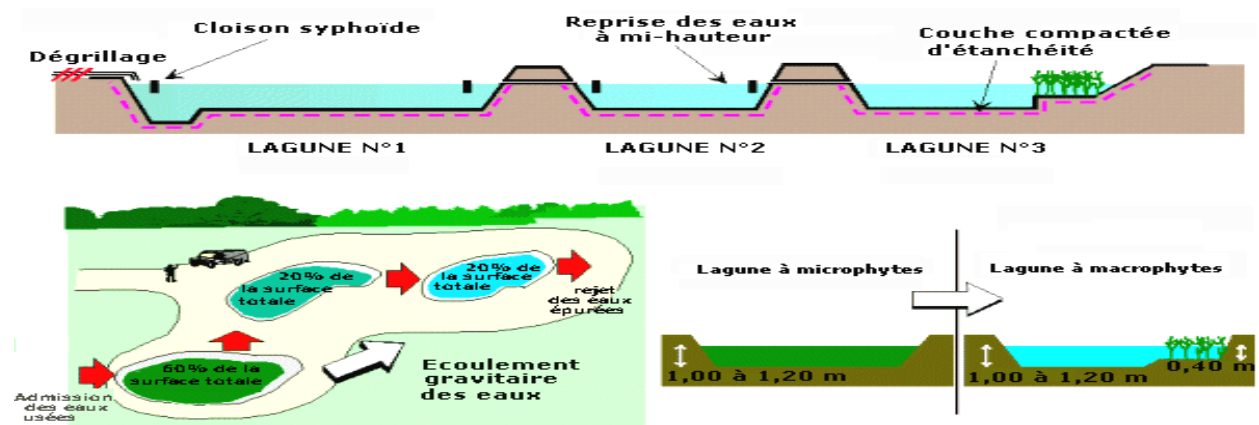


Figure II.4 : Schéma de principe d'un lagunage

II.3.5. Les boues activées

II.3.5.1. Introduction

Le procédé d'épuration par boues activées est un procédé relativement récent, il a été mis au point en 1914, à Manchester. La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes flocculant, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces bassins des bassins d'aération ou bassins à boues activées. Afin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclée par pompage dans le bassin de décantation secondaire. Il existe de nombreux systèmes différents pour l'aération dans le procédé à boues activées. Le choix dépend de la composition de l'eau résiduaire, ainsi que des conditions de construction et d'exploitation de l'installation au point de vue technique et économique. Les trois modes essentiels sont : pneumatique (aération sous pression), mécanique (uniquement aération de surface) et aération combinée [5], [19].

II.3.5.2. Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

- La charge massique ;
- La charge volumique ;
- Age des boues ;
- Indice de Mohlman ;
- Besoin en oxygène ;
- Décantation des boues.

a) Charge massique (Cm):

La charge massique s'exprime par le rapport entre la pollution appliquée journalièrement; en kg DBO₅ ; et la masse de matière épuratrice, en kg de poids sec des boues contenues dans le réacteur biologique:

$$Cm = ([DBO_5] \times Q_j) \div (V_{BA} \times MVS) \quad (II.1)$$

Cm : kg DBO₅ / kg Mes T/j.

V_{BA} (m³): volume de bassin d'aération.

MVS (kg/m³): concentration en matière sèche

Q_j (m³/j): débit journalier d'eaux résiduaires à épurer.

b) Charge volumique:

Elle correspond à la quantité journalière de DBO₅ (en kg/j) à dégrader dans le volume V (m³) de l'ouvrage. Elle s'exprime en kg DBO₅ / (j· m³) ;

$$C_V = ([DBO_5] \times Q_j) \div (V_{BA}) \quad (II.2)$$

C_V est exprimé en kg DBO₅ / m³.j.

c) Age des boues:

L'âge des boues est la durée d'aération subie par la boue avant son élimination. L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la masse des boues présentes dans le réacteur et la

$$Age = \frac{C_{b.t}}{C_{b.ex}} = \frac{[MES_{BA} \times V_{BA}]}{C_{b.ex}} \quad (II.3)$$

Age: âge des boues (h).

C_{b.t} : concentration en solide (ou solide volatil) de la liqueur mixte (mg/l).

C_{b.ex} : concentration en solide (ou solide volatil) des boues (mg/l).

L'âge des boues est inversement proportionnel à la charge massique.

d) Indice de Mohlman:

Il représente la décantabilité de la boue formée par la biofloculation dans le bassin biologique, il représente le volume occupé par une unité de biomasse de boue après 30 min de décantation en éprouvette d'un échantillon d'un litre.

$$Im = V_{30}/M \quad (II.4)$$

Avec :

V₃₀: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation d'un litre de boue activée.

M: concentration de MES de la boue activée.

- Plus l'indice est élevé, moins la boue décante bien.

- Une boue activée de bonne structure a un indice compris entre 50 et 100.

e) Besoins en oxygène:

A fin de garantir aux micro-organismes des conditions satisfaisantes de croissance tout en assurant un fonctionnement normal; il faudrait maintenir la concentration en oxygène dans le bassin d'aération supérieur à 0.5 et 2 mg/l en tout temps et quelque soit la charge [29].

f) Aération dans les bassins à boues activées

Pour avoir une bonne dégradation des matières organiques et laisser les microorganismes en vie, il faut avoir une bonne aération pour eux et ça pour faciliter leur travail. L'utilisation de l'air par les bactéries ne se fait pas à son état gazeux, mais après dissolution dans l'eau. La différenciation entre les systèmes d'épuration résulte du mode d'introduction de l'air on trouve :

- ▲ L'aération mécanique de surface.
- ▲ L'aération par air sur-pressée [27].

- L'aération mécanique de surface

Les aérateurs de surface se divisent en trois grands groupes :

- Les aérateurs à axe vertical, à vitesse lente de 4 à 6 m/s.
- Les aérateurs à axe vertical à grande vitesse de 1000 à 1800 tr/min ;
- Les aérateurs à axe horizontal, ils sont montés soit longitudinalement, soit transversalement [27].

- L'aération par air sur-pressée

L'aération par air sur-pressée consiste à injecter l'air sous pression dans la masse liquide à l'aide de dispositifs appropriés ceux-ci se divisent en trois grands groupes en fonction de la dimension des bulles :

- Fine bulles émises par diffusion d'air à travers des corps poreux.
- Grosse bulles: l'air est injecté soit par des diffusions à larges aurifiées.
- Moyennes bulles: divers dispositifs permettent de réduire la dimension des bulles : clapés petits orifices [27].

II.3.5.3. Paramètres influents dans les bassins à boue actives :

Le bon fonctionnement des systèmes biologiques à boues activées dépend essentiellement de plusieurs paramètres. On peut citer:

a) La température: Elle est très déterminante sur le bon fonctionnement de la digestion (33 à 35°C), notamment la rapidité, la stabilité et de la fermentation est surtout la production de gaz qui est le critère le plus représentatif de la qualité de la digestion [20].

b) Le pH: Les systèmes biologiques acceptent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8.

c) Effet de quelques toxiques: La nature des substances toxiques est souvent d'origine métallique. La présence dans l'effluent à traiter de ces substances toxiques se traduit par une inhibition partielle ou totale de l'activité du micro-organisme [20].

d) Recyclage des boues: Le recyclage des boues s'effectue pour maintenir une biomasse constante en boues dans le bassin d'aération. Ces boues proviennent du décanteur secondaire. Le débit de retour des boues peut varier entre 15 % et 100 % du débit moyen de l'effluent traité.

II.4. La décantation secondaire

Les performances de l'épuration biologique résultent de l'action d'aération et de clarification qui, sur le plan technique, forment une seule unité. La liqueur mixte maintenue en suspension dans le bassin d'aération, passe dans un bassin de clarification de forme circulaire pour y être clarifiée. L'alimentation se fait au moyen d'une conduite en siphon surmontée au centre du bassin et d'une jupe de répartition. Le floc se sépare dans l'eau interstitielle et se dépose sur le radier de l'ouvrage de clarification, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par surverse dans une rigole périphérique. Le bassin de décantation de 6m de diamètre, est équipé d'un pont racleur muni de racleur de fond ramenant les boues sédimentées sur le radier de l'ouvrage vers la fosse centrale à boues, d'où ces dernières seront reprises par l'intermédiaire de tuyauteries vers la station de pompage, et d'un racleur de surface pour élimination des flottants.

II.5. Le traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires. Qui se décompose en 3 étapes :

a) L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions....etc.

b) L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou déphosphatation, peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues [21].

c) La désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles), ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique [22] par :

- **Le chlore:** est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont : le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium (NaClO) appelé communément "eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), le chlore de chaux ($\text{CaCl}_2, \text{OCl}_2$) et le chlorite de sodium (NaClO_2) [23].

- **L'ozone (O_3):** est un oxydant puissant, la désinfection par l' O_3 est utilisée aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité [24].

Ou physique par :

- **Les rayons ultraviolets:** qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

- **La filtration:** est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée [24].

II.6. Le Traitement des boues

Les boues résiduelles du décanteur ont une teneur en eau voisine de 99 %, on l'exprime également en siccité (1 %). En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement et d'un conditionnement ayant comme objectif d'empêcher la putréfaction et d'en réduire le volume (en éliminant l'eau). Le traitement retenu dépend de la nature des boues et surtout de leur destination finale (valorisation agricole, incinération ou mise en décharge contrôlée). Il comprend une ou plusieurs étapes dont les principaux sont: l'épaississement, les lits de séchage, la stabilisation et la déshydratation [19].

II.7. Conclusion

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes. Les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux considérés comme non dangereux. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration des eaux permet d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore contenus dans les effluents. Une grande majorité de ces polluants est transférés de la phase liquide vers une phase concentrée formée de boues. Selon les procédés de traitement appliqués, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualités différentes. A chacune de ces qualités peut correspondre un usage particulier (réutilisation agricole, recyclage dans le process, etc...)

PARTIE II

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III
PRESENTATION ET
DESCRIPTION DE LA STEP
DE CHLEF

Chapitre III: Présentation et Description de la STEP de Chlef

III.1. Situation géographique

D'une superficie d'environ 9 ha, la station d'épuration de Chlef est située sur le côté nord de la ville, à proximité de la route nationale RN04 et au bord de l'oued Chellif. Elle est limitée à l'est par la prison de la ville, au sud par un talus sur lequel se griffe des habitations et derrière lesquelles se trouve la RN 04, au nord par l'oued Chellif et à l'ouest par un talus sur lequel se griffe des habitations (figure III.1).



Figure III.1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Chlef (Source: Google Earth. 13/05/2013)

Le dispositif d'assainissement de la ville est du type unitaire. Les eaux usées à sont constituées principalement par des effluents d'origine urbaine. Mise en service en l'an 2006, la capacité de traitement conçue pour cette STEP est de $36405 \text{ m}^3/\text{j}$. Actuellement elle ne traite qu'environ $4100 \text{ m}^3/\text{j}$ (soit un taux d'utilisation de capacité de 11,26 %). La STEP, de type boues activées à aération prolongée, applique le procédé de traitement dit carrousel 2000 dont le schéma de principe est indiqué sur la figure III.2.

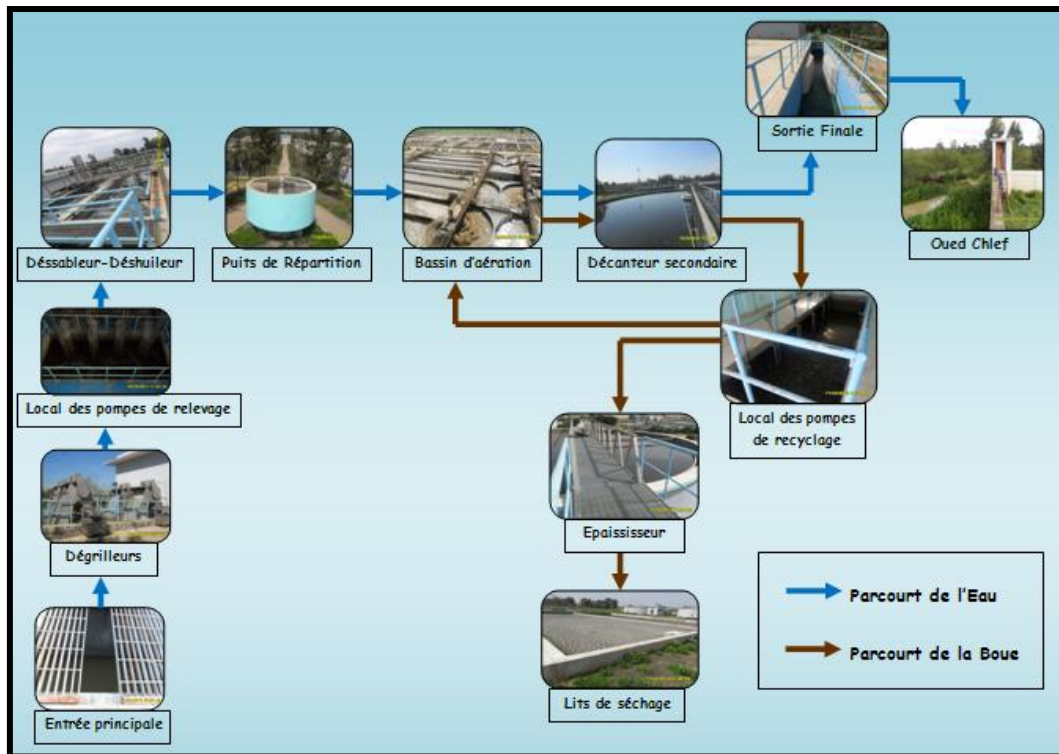


Figure III.2: Schéma général de la station d'épuration de la ville de Chlef

Les données de base et la qualité du rejet sur lesquelles la station a été dimensionnée sont indiquées sur les tableaux III.1 et III.2.

Tableau III.1: Données spécifiques de la station

Paramètres	Unités	Horizon 2025
Charge hydraulique		
Equivalent. habitant	E.H	227528
Volume journalier	m ³ /j	36405
Débit moyen de temps sec	m ³ /h	1517
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	2460
Débit maximal admis en temps de pluie	m ³ /h	?
Charge polluante		
Charge journalière en DCO	Kg/j	27304
Charge journalière en DBO ₅	Kg/j	13652
Charge journalière en MES	Kg/j	18202
Charge en azote ammoniacal (N-NH ₄)	Kg/j	2184

Tableau III.2: Caractéristiques de l'eau après traitements prévus par l'étude

Paramètres	Unités	Concentration en mg/l	Rendement minimum d'élimination en %
DBO ₅	mg/L	≤ 20	≥ 90
DCO	mg/L	≤ 120	≥ 80
MES	mg/L	≤ 30	≥ 80
NTK	mg/L	≤ 15	≥ 40

Vu la topographie de la ville et l'emplacement de la station, l'alimentation en eaux usées de la STEP se fait, d'une partie par l'arrivée gravitaire des eaux usées de certaines cités de la ville et d'une autre partie par un refoulement de l'eau jusqu'à la station. Les points de relevage sont situés sur les lieux dits: Hay HOURIA, Hay CHERIFI et KARMILA. Le rejet des eaux, après traitement, se fait gravitaire au moyen d'une canalisation depuis la sortie de la station d'épuration jusqu'à l'oued Cheliff.

III.2. Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux

III.2.1. Dégrilleur et local des pompes de relevage

A) Dégrilleur

On trouve deux canaux de dégrillage. Ce dernier est assuré par les deux grilles mécanisées de manière alternative (Une en service et l'autre en réserve). Le dégrilleur (figure III.3) est mis en marche lorsque les pompes de relevage sont démarrées. Le temps de fonctionnement des dégrilleurs est en fonction de la qualité des déchets présents dans les eaux usées à l'entrée.



Figure III.3: des dégrilleurs (ONA, 2012)

B) Local des pompes de relevage

Il existe quatre pompes de relevage: trois en service et une en réserve. Vu le faible débit des eaux usées entrantes, et afin d'assurer une certaine continuité de débit, la station dispose d'une vanne by-pass pouvant maintenir le débit entrant à 400 jusqu'à 600 m³/h par le moyen du réglage. Au moment où un débit se présente, une seule pompe de relevage se met en marche. Les autres pompes se mettent en marche alternativement. En cas de fort débit, la vanne by-pass peut se fermer de sorte que la pompe fonctionne à un débit de 800 m³/h.

III.2.2. Désableur-Déshuileur

L'aérateur Roots utilisé dans la STEP, se met en marche en parallèle avec la pompe de relevage. Le rôle de l'aérateur Roots consiste à maintenir les matières organiques en

suspension. Le sable se froite avec l'eau, ce qui permet de séparer les matières organiques collantes de la surface du sable. Par la suite, le sable se décante sur le fond alors que les matières grasses restent flottantes en surface de l'eau. Ces dernières seront enlevées par le système de raclage. Au moment de fonctionnement, on veille sur la quantité d'aération, qui doit être maintenue entre 0.1 à 0.3 m^3 d'air/ m^3 d'eau. Le sable est évacué du bassin au moyen d'une pompe suceuse.



Figure III.4: du Dessableur-déshuileur (ONA, 2011)

III.2.3. Bassins d'aération et local des pompes de recyclage:

A) Bassins d'aération

La STEP de Chlef comporte quatre bassins de type carrousel 2000 (A, B, C, D) dont chacun est composé d'une partie aération et une partie anoxie. La capacité de chaque bassin est de 6640 m^3 . Actuellement, seuls les bassins C et D sont mis en service. Le fonctionnement d'un bassin d'aération est: anaérobie/aérobies (le mode A/O).



Figure III.5: Bassin d'aération (ONA, 2011)

Dans la partie aération, les trois premiers canaux dont la capacité totale s'élève à environ 2000 m^3 sont des zones dites anaérobie (OD à environs 0.5 mg/l). Le quatrième canal est une zone mixte (OD à environs 0.5 mg/l). En revanche; les quatre canaux dans la partie stabilisation sont tous des zones aérobies (OD à environs 2.0 mg/l).

- Concentration de boues dans le bassin d'aération:

Sans tenir compte de la partie inactive des matières en suspension dans les eaux usées en entrée, la formule de calcul de la production des boues en excès est la suivante:

$$\Delta\text{MES} = \Delta Y \cdot Q \cdot [\text{DBO}_5]_{\text{Entrée}} \quad (\text{III.1})$$

Avec: ΔMES : Charge de boues en excès kg/j

ΔY : Coefficient de production de boue (sa valeur peut être de 0.8 Kg Mes/Kg

DBO_5 (en entrée)

$[\text{DBO}_5]$: Concentration en DBO_5 à l'entrée (g/m^3), Q : Quantité d'eau entrante (m^3/j)

La concentration de boue peut être maintenue de 6 à 8 g/l pendant la saison sèche et de 10 à 12 g/l pendant la saison pluviale et ceci pour assurer une bonne oxydation de la matière organique et une meilleure nitrification-dénitrification de l'eau.

- Age des boues :

En ne tenant pas compte du volume des boues situant au niveau du local des boues de recyclage et du décanteur secondaire, la formule de calcul de l'âge de boue est:

$$A = [\text{MES}] \cdot V / \Delta\text{MES} \quad (\text{III.2})$$

Avec : A : Age de boue (j)

V : Volume totale utile du bassin d'aération (13000 m^3)

$[\text{MES}]$: Concentration de boues dans le bassin (g/l)

ΔMES : Charge de boues en excès (ou extraite) kg/j

- Quantité d'oxygène nécessaire :

La quantité d'oxygène en moyenne nécessaire au niveau du bassin d'aération est donnée par l'équation:

$$\text{Besoin en oxygène (Kg/j)} = a' \text{Le} + b' \text{Sv} + 4,3 \text{N}_N + 2,85 \text{N}_{\text{DN}}$$

Avec : a' : quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de 1 kg de DBO_5 .

Le : quantité de DBO_5 à éliminer en kg/j.

b' : quantité d'oxygène nécessaire à la respiration endogène 1 kg de MVS de boue/J.

Sv : masse de biomasse dans le bassin d'aération en kg de MVS.

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

N_N : flux d'azote à nitrifier.

2.58 : taux de conversion de l'azote nitrique en azote gazeux.

N_{DN} : flux d'azote à dénitrifier.

Le rendement mécanique de l'aérateur de surface est de $2.0 \text{ Kg O}_2/\text{KWh}$. La puissance des équipements d'aération par jour est: $396/2.0 = 198 \text{ KW}$. La puissance d'un aérateur dans

la STEP est de 45 KW. D'où avec deux bassins d'aération mis en service, il y'a lieu de mettre en marche quatre aérateurs.

- Temps de séjour :

Compte tenu que le débit d'eau entrante est intermittent, au moment où il n'y a pas d'eau entrante, on peut considérer le décanteur secondaire et le local des pompes de recyclage comme une entité avec les bassins d'aération en vue d'une recirculation interne. Le temps de séjour (T_s) est exprimé par l'équation suivante:

$$T_s = V/Q_{\text{Entrée}} \quad (\text{III.3})$$

T_s : temps de séjour (h);

V : Volume total des bassins d'aération = 13000 m³ ;

$Q_{\text{Entrée}}$: Quantité d'eau en entrée (m³/h).

B) Local des pompes de recyclage :

- Taux de recyclage (R)

Considérons un système à boue activées, recevant un débit (Q) d'eau résiduaire, sortant un débit ($Q+R$) d'eau épurée, à une concentration C_s en boues activées, avec un débit de recirculation ($R.Q$) à la concentration C_r en boues activées recyclées. La concentration en boues activées dans l'eau à la sortie du bassin d'aération est plus faible que celle retournant dans ce même ouvrage.

Le taux de recyclage est donné par la relation suivante :

$$R=Q.C_s/(C_r-C_s) \quad (\text{III.4})$$

Avec : Q : Débit d'eaux usées à traiter (m³/h)

R : Taux de recyclage (%) et

C_r et C_s : Concentration en boues respectivement recyclée et à la sortie du bassin d'aération (kg de MS/m³)

III.2.4. Décanteur secondaire

La STEP de Chlef dispose de deux décanteurs secondaires de forme circulaire. Actuellement, seulement un décanteur est en service (Figure IV.7). Les dimensions de chaque décanteur sont: diamètre 40 m, profondeur : 5,25m, surface: 1256 m². Le décanteur est équipé d'un pont racleur pour le raclage des boues déposées au fond de l'ouvrage. La vitesse de rotation est de l'ordre de 1,5 tr/min.



Figure III.6: du bassin de clarificateur (ONA.2011)

Les eaux clarifiées issues du décanteur sont directement rejetées dans l'Oued. Une partie des bouées décantées est envoyée en tête du bassin d'aération (recyclage des boues) tan dis que l'autre partie elle est envoyée vers l'épaisseur.

III.3. Description des ouvrages de traitement de la filière boues

III.3.1. Épaississement :

La STEP de Chlef contient deux épaisseurs. Du fait que la quantité des boues en excès est relativement faible, les deux épaisseurs se mettent en service alternativement. Les boues sont introduites dans le bassin (Figure III.7), se décantent et s'épaississent. Au bout de deux ou trois jours et sous l'effet de la décantation et d'épaississement, la teneur en eau des boues diminue considérablement. L'eau claire surnageant s'évacue à partir du déversoir de l'ouvrage.



Figure III.7 : d'un épaisseur (ONA, 2011)

L'évacuation des boues en excès à partir du décanteur se fait actuellement chaque jour. Le débit de la pompe d'extraction des boues est de $29 \text{ m}^3/\text{h}$.

III.3.2. Lits de séchage :

La station comporte soixante lits de séchage dont les dimensions de chaque lit sont : (longueur : 24.5 m, largeur: 9.6 m, hauteur:1.2 m).



Figure III.8 : Lit de séchage (ONA.2013)

La hauteur maximale de réception des boues est de 40 cm. La capacité maximale de stockage des boues est de 94 m³.

III.4.Conclusion

Ce chapitre nous a permis de donner une description sommaire de la station d'épuration de la ville de Chlef et les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que les différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir : les prétraitements, traitement biologique et décantation. Et d'autre part; le traitement des boues que comprend la station à savoir: l'épaississeur et les lits de séchages.

CHAPITRE IV

MATERIEL et Méthodes

Chapitre IV: Matériel et méthodes

IV.1. Introduction

Afin d'évaluer les performances de la STEP de Chlef en matière d'élimination de la pollution résiduelle de l'eau, une série de mesures d'un ensemble de paramètres a été fait dans ce travail. L'échantillonnage a été effectué à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux épurées) de la station. Les analyses ont été faites au laboratoire de la STEP. Les paramètres analysés sont : le pH, la température, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total et l'azote ammoniacal. Parallèlement, et afin de contrôler les paramètres de fonctionnement du process durant la période d'échantillonnage, d'autres paramètres ont été également mesurés. Il s'agit de: la charge massique, la charge volumique, la concentration des boues dans le bassin d'aération, l'âge des boues et le temps de séjours de l'eau dans le bassin d'aération.

IV.2. Matériel et Méthodes d'analyses

- Température

La température est un paramètre physique de l'eau. Elle dépend largement de la source d'eau brute et de la profondeur d'enfouissement du réseau de distribution. La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trompée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre.

- pH

C'est le potentiel d'hydrogène qui consiste à mesurer la concentration en ions H⁺ dans l'eau afin de déterminer l'acidité ou l'alcalinité de cette eau. Ce paramètre a été mesuré au moyen d'un pH mètre de marque HACH (Figure V.1).



Figure IV.1: Photo du pH mètre HACH utilisé

Son calibrage est simple et la reconnaissance du tampon est automatique. Le compteur réagit rapidement aux signaux émis par l'électrode et se stabilise en quelques secondes, les résultats s'affichent en grands chiffres lisibles.

- **Matières en suspension (MES)**

Sont des matières fines organiques ou minérales insolubles visibles à l'œil nu et qui sont à l'origine de la turbidité de l'eau. Elles limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, diminuent la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique.

Après centrifugation des échantillons, les matières en suspension ont été mesurées par pondération en utilisant l'équation suivante :

$$\text{MES (g/l)} = (P_1 - P_0) / V$$

Avec : MES : matière en suspension (g/l)

P_1 : poids du filtre après séchage (g)

P_0 : poids de filtre vide (g)

V : volume filtré (l)

Les pesées ont été effectuées en utilisant une balance électronique SARTORIUS BS 224S.

- La balance électronique

Le principe de fonctionnement de cette balance repose sur les variations des caractéristiques électriques de certains matériaux lorsqu'ils sont soumis à des compressions mécaniques. Ces variations électriques sont mesurées et envoyées à un cadran qui permet de donner une indication sur la masse de la charge inconnue qui a comprimé le matériau.



Figure IV.2: Photo de la balance électronique

- L'étuve

L'étuve de laboratoire est un appareil de chauffage fonctionnant le plus souvent à la pression atmosphérique et permettant d'effectuer divers traitements thermiques à température régulée. L'étuve est ventilée, équipée de puissante résistance électrique, d'un thermostat de sécurité réglable, de grilles métalliques amovibles, d'un système d'évacuation (par aspiration) des gaz de cuisson et d'une surface vitrée en face avant pour suivre les expériences.



Figure IV.3: Photo de l'étuve

- Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique d'un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. La DBO₅ a été mesurée à l'aide d'un DBO mètre de marque HACH modèle 26197-91 (Figure V.4).



Figure IV.4: Photo du DBO mètre HACH 26197-91

L'incubateur biochimique utilisé est du type BOXUN SPX-150B-Z.

- Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle se définit par la quantité d'oxydant spécifique qui réagit avec un échantillon dans des conditions définies. La quantité d'oxygène consommée est exprimée en termes de son équivalent en oxygène (mg/l de l'O₂). Après oxydation des échantillons dans un bloc chauffant (figure V.5), la DCO a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre de marque HACH modèle DR 2500 (Figure V.6).



Figure IV.5 :Photo du spectrophotomètre



Figure IV.6: Phot du bloc chauffant

- Azote ammoniacal (N-NH₃)

L'ammoniac (NH₃) est un gaz incolore, alcalin dans des conditions de température et de pression normale. Il est caractérisé par une odeur piquante et issu de la dégradation des matières azotées présentes dans les déchets organiques. Dans ce travail l'azote ammoniacal a été dosé avec le spectrophotomètre DR 2500 en utilisant un ensemble de réactif pour test d'ammoniac à forte concentration Am VerTM Cat. N° 26069-45.

- Azote total

L'azote total englobe l'azote sous sa forme minérale et ammoniacal et l'azote organique. L'azote total a été analysé par la méthode colorimétrique en utilisant le spectrophotomètre DR 2500. Des solutions d'hydroxyde de nitrogène (Reagent Set. 27140-45) et d'acide nitrogène (Reagent Set. 26721-45) ont été utilisées à cet effet.

CHAPITRE V
RESULTATS ET
INTERPRETATIONS

V.1. Performances de la station d'épuration

Afin d'évaluer les performances de la station d'épuration (STEP) de Chlef en matière d'abattement de la pollution de l'eau, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 40 jours allant du 29/01/2013 jusqu'au 10/03/2013. Les paramètres de pollution analysés sont: les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT) et l'azote ammoniacal ($N-NH_3$). En parallèle, les variations dans l'évolution du pH et de la température de l'eau (brute et traitée) ont été également enregistrées. Les résultats expérimentaux trouvés sont présentés comme suit:

V.1.1. Matières en suspension (MES)

La figure 1 montre la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

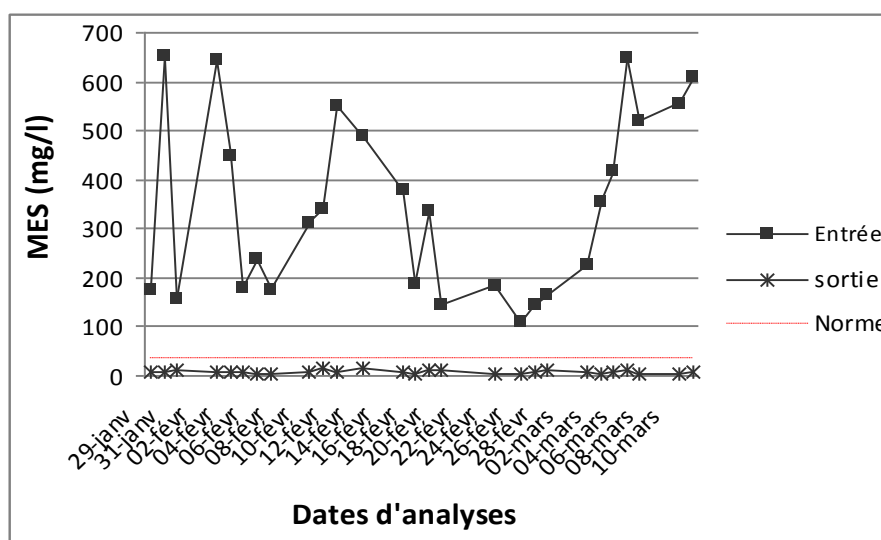


Figure V.1: Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

En examinant les résultats trouvés, on remarque qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs des MES varient de 111 mg/l à 655 mg/l avec une moyenne de 383 mg/l. Cette variation est due à une instabilité de la qualité des eaux à l'entrée. En effet, durant la période du 19 jusqu'au 28 Fev, la ville de Chlef a connue d'importantes chutes de pluie. Du fait que le réseau d'assainissement est unitaire, ces eaux pluviales sont mélangées avec les eaux usées domestiques et finissent par les diluées en diminuant ainsi leur charge en pollution. Cependant, les valeurs des MES à la sortie de la STEP (eaux traitées) sont comprises entre 3

mg/l et 16 mg/l et sont largement au dessous de la norme de rejet (soit 35 mg/l). Le rendement d'élimination des MES avoisine les 97%. Ces résultats confirment l'efficacité du clarificateur. Les boues semblent avoir une bonne aptitude à la décantation.

V.1.2. Demande chimique en oxygène (DBO₅)

La figure V.2 donne la variation de la concentration de la DBO₅ dans les eaux brutes et les eaux traitées.

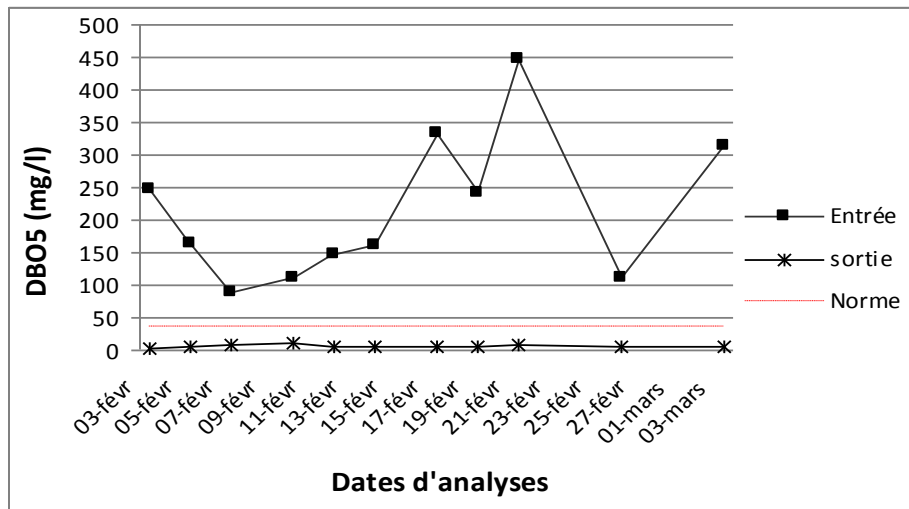


Figure V.2: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03 Février au 03 Mars 2013)

D'après la figure V.2, les valeurs de la DBO₅ à l'entrée de la STEP varient de 88 mg/l à 448 mg/l (soit une moyenne de 268 mg/l). Cette variation est due à une instabilité de la qualité organique des eaux brutes à l'entrée de la STEP. Les faibles concentrations en DBO₅ ont été observées le: 07, 09 et 25 Fev, journées pluvieuses, où une dilution considérable, en pollution, de l'effluent d'entrée a eu lieu. En revanche, on constate que les valeurs de la DBO₅ à la sortie de la STEP (eaux traitées) sont pratiquement constantes (de 3.3 à 10.8 mg/l) et reste très au dessous de la norme de rejet des effluents liquides (35 mg/L). Le rendement d'abattement de la DBO₅ excède les 97,5 %.

V.1.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure V.3 montre la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

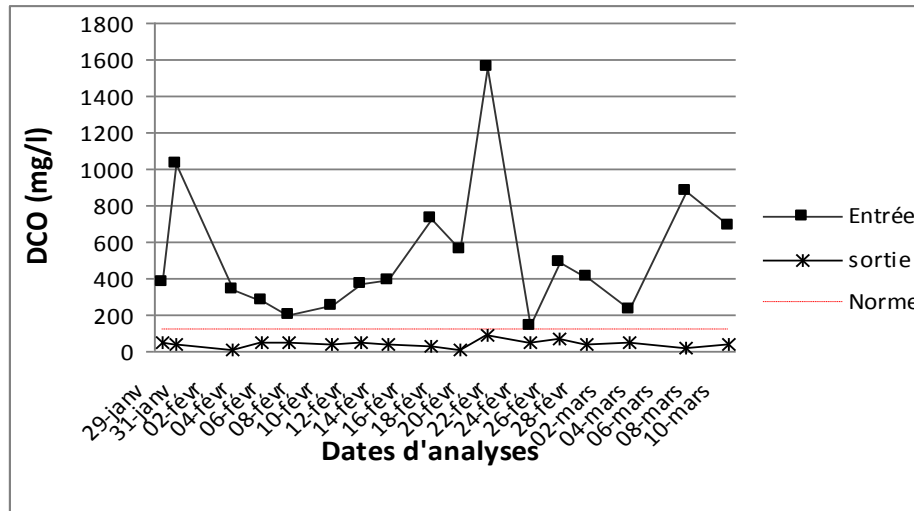


Figure V.3: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l’entrée et à la sortie de la STEP (période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

Les résultats obtenus montre qu’à l’entrée de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 138 mg/l à 1564 mg/l avec une moyenne de 851 mg/l due à une instabilité de la qualité chimique des eaux brutes. Les faibles concentrations en DCO ont été enregistrées durant les périodes pluvieuses du: 07, 10 et 25 Fev 2013 où une forte dilution par les eaux de pluie a été constatée. En revanche, à la sortie de la STEP, les valeurs de la DCO (variable de 7 à 87 mg/l, soit une moyenne de 47 mg/l) restent au dessous de la norme de rejet fixée (soit 120 mg/l). Le rendement d’abattement de la DCO est environs 95 %.

V.1.4. Azote total (N-T)

La variation de la concentration en azote total dans l’eaux brutes et l’eaux traitées est indiquées sur la figure V.4.

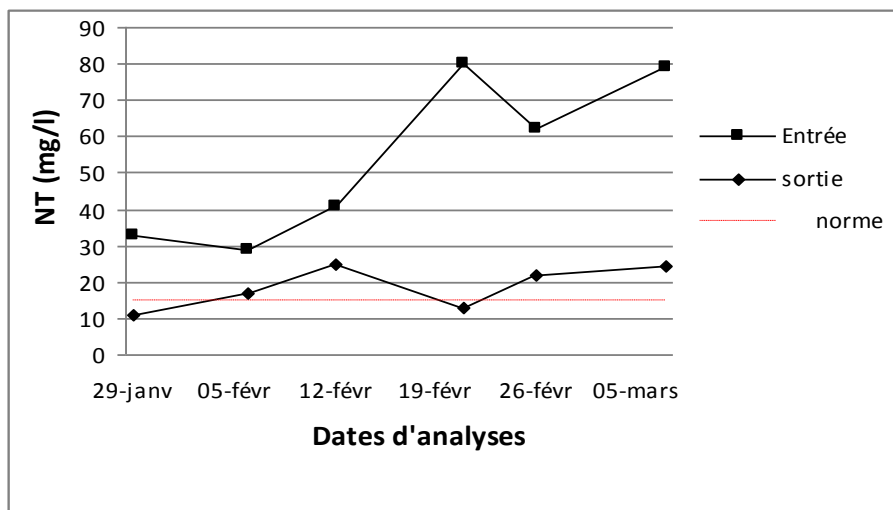


Figure V.4: Variation journalière de l’azote total à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 29 janvier au 05 Mars 2013)

Selon les résultats indiqués sur la figure V.4, à l'entrée de la STEP, les valeurs de la concentration en azote total (N-T) dans l'eau brute varient de 80 mg/l à 29 mg/l (soit une moyenne de 54 mg/l). Ces valeurs restent variables et instables dans le temps. Un pic de 80 mg/l a été enregistré le 19 Fev et probablement dû à la nature des produits rejetées. À la sortie de la STEP (eaux traitées), les valeurs de l'azote total (N-T) oscillent de 11 à 25 mg/l dépassant ainsi 04 fois la norme de rejet.

V.1.5. Azote ammoniacal (NH_4^+)

La figure V.5 présente la variation de la concentration en azote ammoniacal dans les eaux brutes et les eaux traitées.

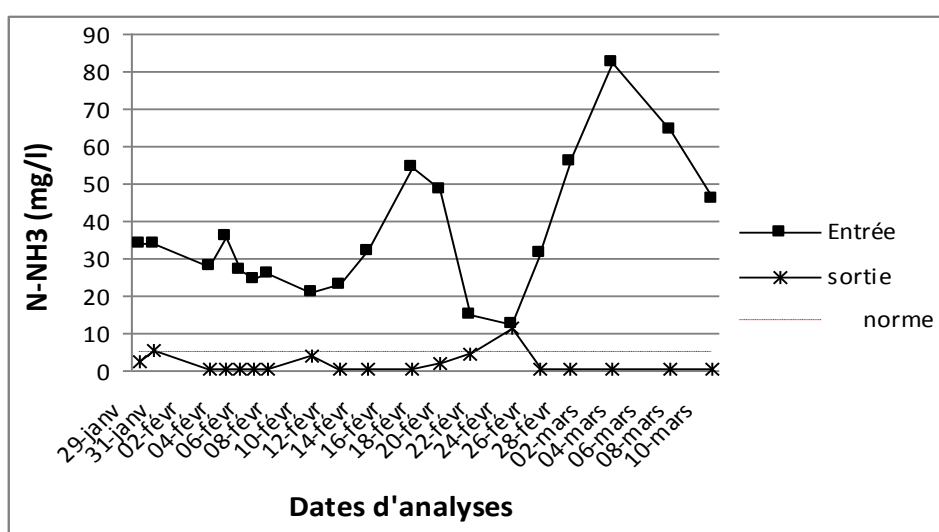


Figure V.5: Variation journalière de l'azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 29 janvier au 10 Mars 2013)

Selon les résultats présentés sur la figure V.5, on remarque que les teneurs de l'azote ammoniacal dans l'eau brute varient entre 82.3 mg/l et 12.4 mg/l avec une moyenne de 31.4 mg/l. Cependant à la sortie de la STEP, les valeurs du N-NH_3 dans l'eau traitée sont dans l'ensemble inférieures à 5 mg/l. Une valeur de 11,6 mg/l obtenue le 24/02/2013, est peut être due attribuée à des erreurs dans le dosage. Les résultats obtenus confirment la fiabilité de la station en matière de nitrification.

V.1.6. pH

La figure V.6 donne la variation du pH de l'eau avant (eaux brutes) et après épuration (eaux traitées).

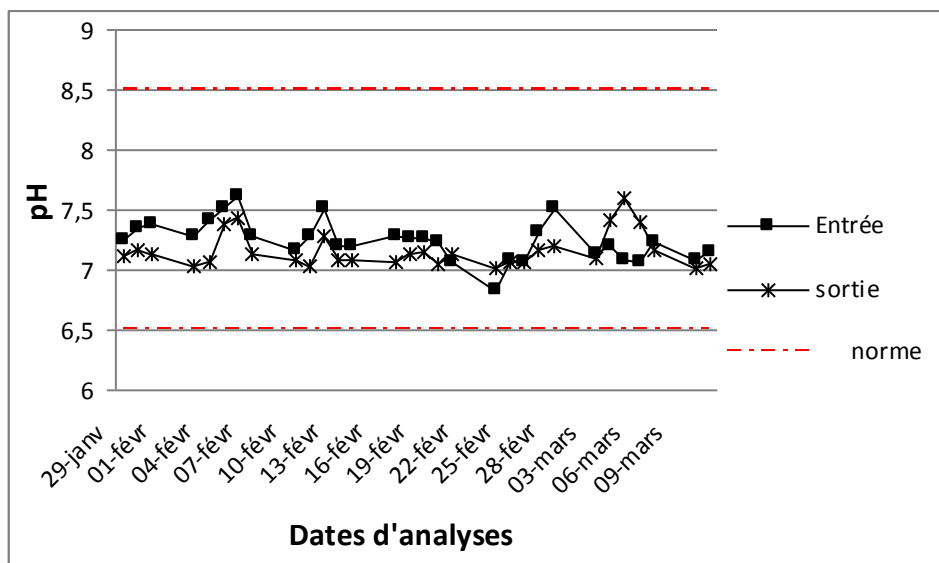


Figure V.6 : Variation journalière du pH de l’eau brute et traitée (Période du 29 janvier au 09 Mars 2013)

En examinant les résultats obtenus, on constate que les valeurs du pH sont proches dans l’ensemble de la neutralité. Le pH de l’eau traitée diminue très légèrement de celui de l’eau brute due à une formation de l’acide carbonique (CO₂) dans l’eau lors du traitement biologique. Cette diminution n’affecte pas la qualité de l’eau épurée du fait que les valeurs du pH de l’eau à la sortie de la STEP sont relativement constantes et ne dépasse pas la norme autorisée (6.5 à 8.5).

V.1.7. Température

La figure V.7 montre la variation de la température de l’eau à l’entrée et à la sortie de la STEP.

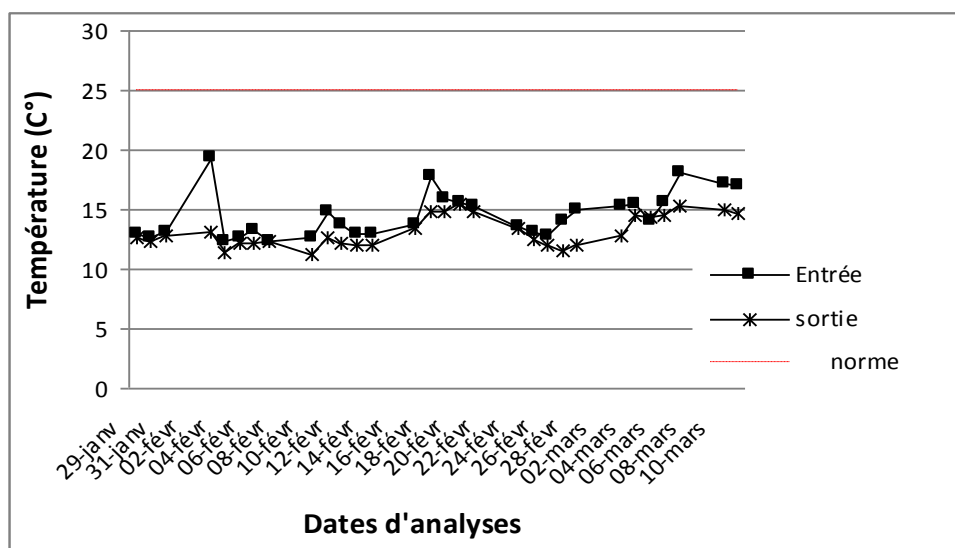


Figure V.7: Variation journalière de la température de l’eau à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 29 janvier au 10 Mars 2013)

La température est un facteur important dans l'activité bactérienne. D'après les résultats obtenus (figure V.7), on remarque que de l'eau est variable entre 10 et 20°C. Dans la plupart des échantillons, la température était comprise entre 12 et 15°C. La campagne des analyses était effectuée en hiver et la température de l'eau est influencée par la température de l'air.

V.2. Paramètres de fonctionnement du process

Les performances de la station d'épuration de Chlef en matière d'élimination de la pollution contenue dans l'eau sont étroitement liées aux paramètres de fonctionnement du process dont les principaux sont: la charge massique, la charge volumique, la concentration de la boues dans le bassin d'aération, l'âge des boues et le temps de séjour. Ces paramètres ont été contrôlés et analysés tout au long de la période de fonctionnement de cette station. Les résultats trouvés sont présentés ci-après :

V.2.1. Charge massique

La charge massique représente le rapport de la pollution exprimée en kg DBO₅ appliquée par jour sur la masse de boues (exprimée en kg de MVS) contenues dans le bassin d'aération. Elle est donnée par la relation suivante:

$$C_m = \frac{[DBO_5] \cdot Q_j}{V_{BA} \cdot MVS} \quad (V.1)$$

Avec: C_m : charge massique (kg DBO₅ / kg MVS.j);

V_{BA} : volume du bassin d'aération (m³) ;

MVS: concentration en matière sèche (kg/m³) ;

Q_j : débit journalier d'eaux usées à traiter (m³/j).

La figure V.8 montre la variation de la charge massique dans le bassin d'aération.

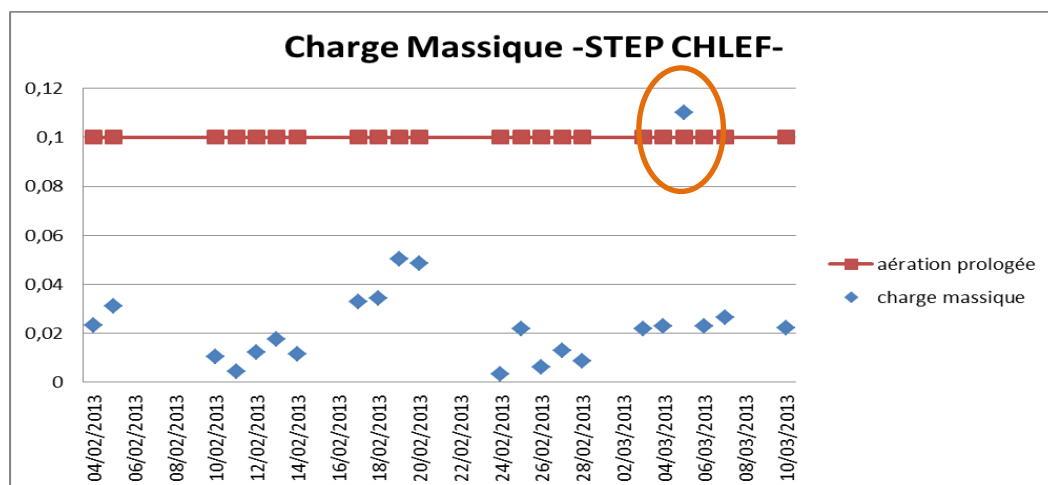


Figure V.8: Variation de charge massique (C_m) dans le bassin d'aération de la STEP de Chlef (Période du 04 Février au 10 Mars 2013)

Selon les résultats indiqués, il en ressort que la STEP de Chlef fonctionne correctement en aération prolongée ($C_m < 0,1 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$). A l'exception d'un léger dépassement observé le 05/03/2013 ($C_m = 0,11 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$), les valeurs de C_m dans le réacteur biologique n'excède pas $0,06 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$. Cette stabilité de la charge massique dans le temps est due à la bonne gestion de la masse de boue dans le système et ceci par des extractions régulières. Signalons par ailleurs que la charge massique est un facteur essentiel pour une bonne décantabilité de la boue dans le clarificateur.

V.2.2. Charge volumique

La charge volumique correspond à la quantité journalière de pollution (exprimée en $\text{kg DBO}_5/\text{j}$) à dégrader par volume V (m^3) de bassin d'aération. Elle s'exprime en $\text{kg DBO}_5/\text{j}\cdot\text{m}^3$. Elle est donnée par l'expression suivante :

$$C_v = \frac{[\text{DBO}_5] \cdot Q_j}{V_{BA}} \quad (\text{V.2})$$

Avec: C_v est exprimé en $\text{kg DBO}_5 / \text{m}^3 \cdot \text{j}$.

La figure V.9 donne la variation de la charge volumique dans le bassin d'aération durant la période de fonctionnement de la STEP de Chlef.

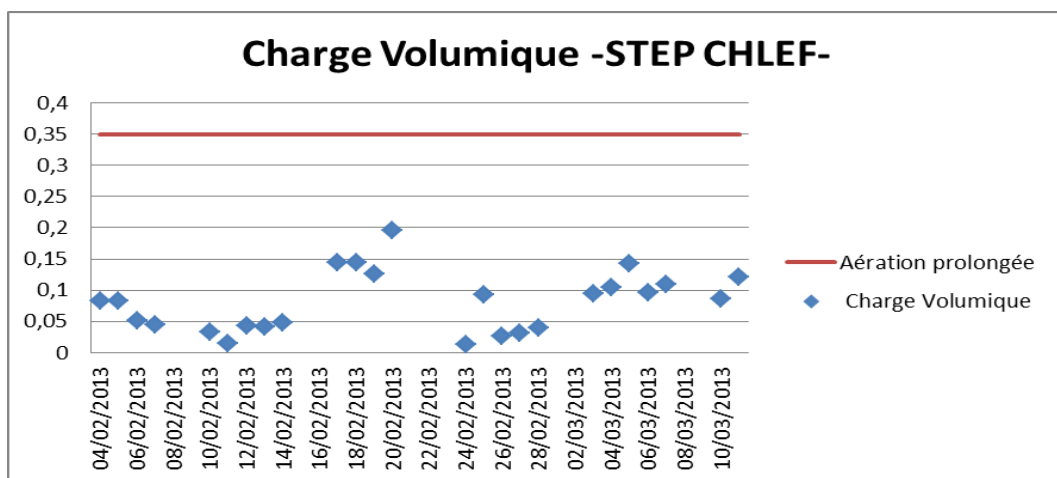


Figure V.9: Variation de charge volumique (C_v) dans le bassin d'aération de la STEP de Chlef (Période du 04 Février au 10 Mars 2013)

En se referant aux résultats indiqués sur la figure V.9, on constate de légères instabilités dans la charge volumique de la STEP sans toutefois dépasser la limite de $0.35 \text{ kg DBO}_5/\text{kg.j}$ préconisée pour l'aération prolongée.

V.2.3. Concentration de boues dans le bassin d'aération

La figure V.10 montre la variation de la concentration de boues dans le bassin d'aération durant la période de service de la STEP.

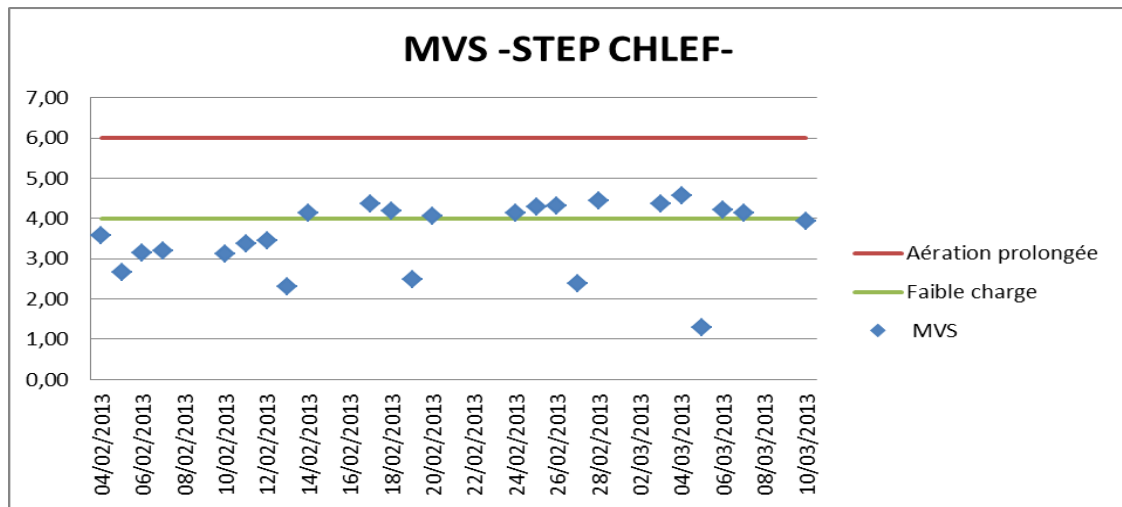


Figure V.10: Variation de la concentration de la boues (exprimée en MVS) dans le bassin d'aération de la STEP de Chlef (Période du 04 Février au 10 Mars 2013)

Les résultats indiqués sur la figure V.10 montre que les concentrations en MVS dans le bassin d'aération sont entre "aération prolongée" (4 à 6 kg/m³) et "faible charge" (3 à 4 kg/m³).

V.2.4. Age des boues

L'âge des boues est la durée d'aération subie par la boue avant son élimination. Il est défini comme étant le rapport entre la masse de boues présente dans le réacteur biologique sur la masse de boues extraite par jour.

La variation de l'âge des boues durant la période de fonctionnement de la STEP sont représentés graphiquement sur la figure V.11.

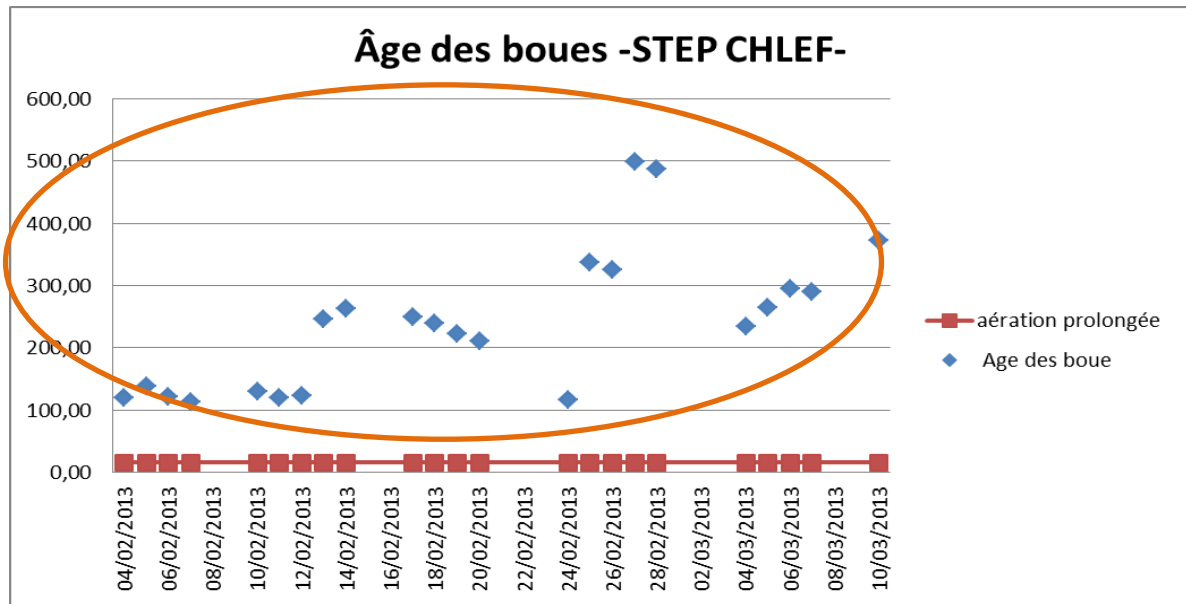


Figure V.11 : Variation de l'âge des boues de la STEP de Chlef (Période du 04 Février au 10 Mars 2013)

Les résultats indiqués sur la figure V.11 montre que les valeurs de l'âge des boues de la STEP sont dans la gamme "aération prolongée" (age des boues >15 jours). Ces résultats obtenus mettent en évidence la bonne gestion de la production de la boue au niveau de cette STEP.

V.2.5. Temps de séjour de l'eau dans le bassin d'aération

Le temps de séjours correspond à la durée de rétention de l'eau dans le bassin d'aération. Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$Ts = \frac{V}{Qj} \quad (V.3)$$

Avec Ts : temps de séjours de l'eau (h) ;

V : volume du bassin d'aération (m³) ;

Qj : débit d'eau usée à traiter (m³/h)

La variation du temps de séjour de l'eau dans le bassin d'aération, pendant la campagne d'échantillonnage, est indiquée sur la figure V.12.

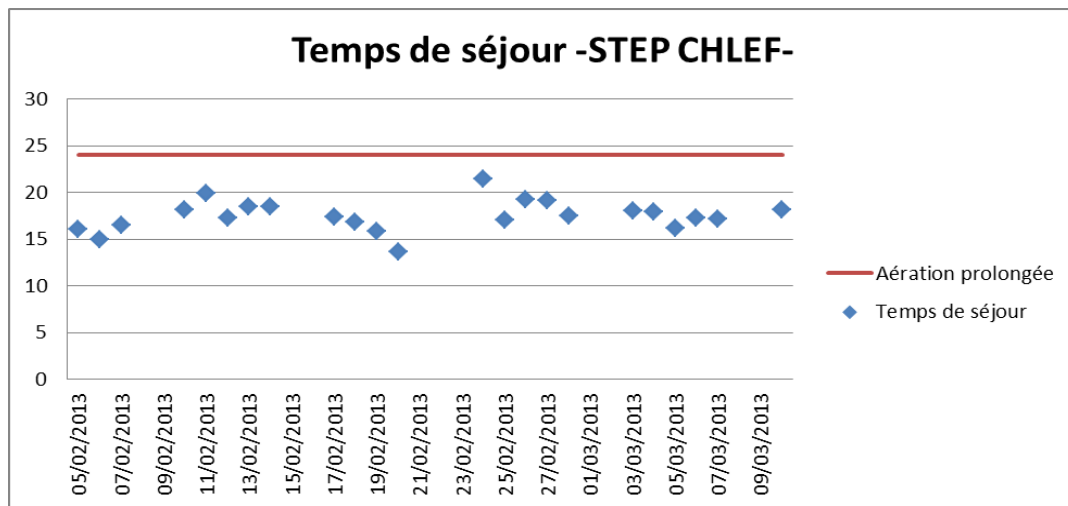


Figure V.12: Variation du temps de séjours de l’eau dans le bassin d’aération (Période du 05 Février au 09 Mars 2013)

En examinant les résultats indiqués sur la figure V.12, on constate que le temps de séjours de l’eau dans le bassin d’aération est situé, en majorité, entre 15 et 20 h (soit au dessous du temps nécessaire à l’aération prolongée $T_s > 24$ h. Cet état de fait est dû certainement au débit d’eau (usée + pluviale) qui était important lors de cette période de service de la STEP. Avec de tels résultats sur le temps de séjours, la station travaille plutôt en faible charge.

Pour rappel, le tableau V.1 donne quelques caractéristiques sur les paramètres de fonctionnement des systèmes à boues activées

Tableau V.1: Paramètres de fonctionnement des systèmes à boues activées

Paramètre	Aération prolongée	Faible charge	Moyenne charge
C_m (kg DBO ₅ /kg MVS/j)	$C_m < 0.1$	$0.1 < C_m < 0.2$	$0.2 < C_m < 0.5$
C_v (kg DBO ₅ /m ³ /j)	$C_v < 0.35$	$0.35 < C_v < 0.5$	$0.5 < C_v < 2$
MVS (kg/m ³)	$4 < MVS < 6$	$3 < MVS < 4$	$3 < MVS < 4$
Age des boues (j)	$A > 15$	$10 > A > 8$	$10 > A > 2$
Temps de séjour des effluents (h) ¹	$T_s > 24$	$24 > T_s > 8$	$8 > T_s > 2$

Conclusion :

Les résultats obtenus pour évaluer les performances de fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de Chlef montrent que cette dernière traite les eaux usées avec l'aération prolongée. La quasi-totalité des paramètres contrôlés semblent satisfaire les conditions escomptées par ce projet. Néanmoins, La mise en place d'une méthodologie de suivi commune basée sur des indicateurs pertinents de performance permet de :

- Prévoir les équipements nécessaires au suivi dès la construction des installations.
- Préparer l'exploitant au suivi et au pilotage de son installation.
- Établir les bilans de fonctionnement et d'interprétation des performances.
- Apporter des solutions et/ou des pistes d'amélioration.
- Aider l'exploitant dans la conduite de l'exploitation et dans l'amélioration des performances de production énergétique.

CHAPITRE VI
BASES DE DONNEES
GEXPLOITE

VI.1. INTRODUCTION

La fiabilité d'une décision repose sur l'exactitude de la donnée et de son état de mise à jour, elle doit être justifiée, pour cela il faut disposer de maximum d'informations fiables et actualisées.

Afin de répondre à toute requête, un système qui soit à la fois, centralisé, fiable et puissant est indispensable. Cette solution passe, impérativement, par la réalisation d'un système de gestion de base de données (SGBD). Cela permettra d'avoir la main sur la totalité des données qui concernent le domaine de l'exploitation et la gestion des eaux usées et de faire la reproduction de données sur différents supports (bilan, canevas, lettre....) avec un temps de réponse concurrent et une fiabilité irréprochable.

Pour arriver à concrétiser cet objectif, l'office national de l'assainissement, Zone de Chlef a opté pour une base de données Firebird², cette dernière est appelée GEXPLOITE. La réalisation de la base de données ainsi que la mise en place des vues et procédures stockées ont été réalisés grâce à l'application Ibexpert³ version free.

Dans ce chapitre, une présentation générale de la base de données GEXPLOITE est faite et les résultats préliminaires sont présentés.

VI.2. PRESENTATION DE LA BASE DE DONNEES GEXPLOITE

GEXPLOITE est une base de données(BD) qui renseigne des données qui prennent leurs origines des bilans d'exploitation mensuels des trois unités relevant de l'office national de l'assainissement de la zone de Chlef (Chlef, Ain Defla et Relizane), des canevas du domaine de l'exploitation et d'autres sources d'information en liaison directe avec l'exploitation dans son sens restreint ayant trait avec la gestion et l'exploitation des eaux usées, de ce fait elle est utilisée pour le stockage des différentes données et l'extraction

²Firebird (<http://www.firebirdsql.org/>) est un système de gestion de base de données relationnel, comparable à des produits comme SQL-Server de Microsoft. FireBird est open source. Il a deux principaux composants: le serveur de bases de données, qui est installé sur la même machine que les bases de données et l'interface applicative, communément appelée « bibliothèque client ».

Le serveur Firebird laisse une faible empreinte dans le système de fichiers quand il est installé sur la machine serveur. L'exécutable fait moins de 1,5 Mb et une installation complète, avec les outils et la documentation, prend moins de 10 Mb. L'occupation mémoire variera en fonction du déploiement, qui peut aller d'une application mono utilisateur utilisant une seule base de données à des centaines de connexions concurrentes vers de multiples bases de données servant des centaines d'utilisateurs au sein d'un large réseau.

³ L'environnement de développement IBExpert (<http://ibexpert.net/ibe/>) est un produit de la HK Software. IBExpert est utilisé comme outil d'exploitation de la base de données GEXPLOITE.

thématique de l'information. La figure VI.1 présente l'architecture générale de la base de données GEXPLOITE.

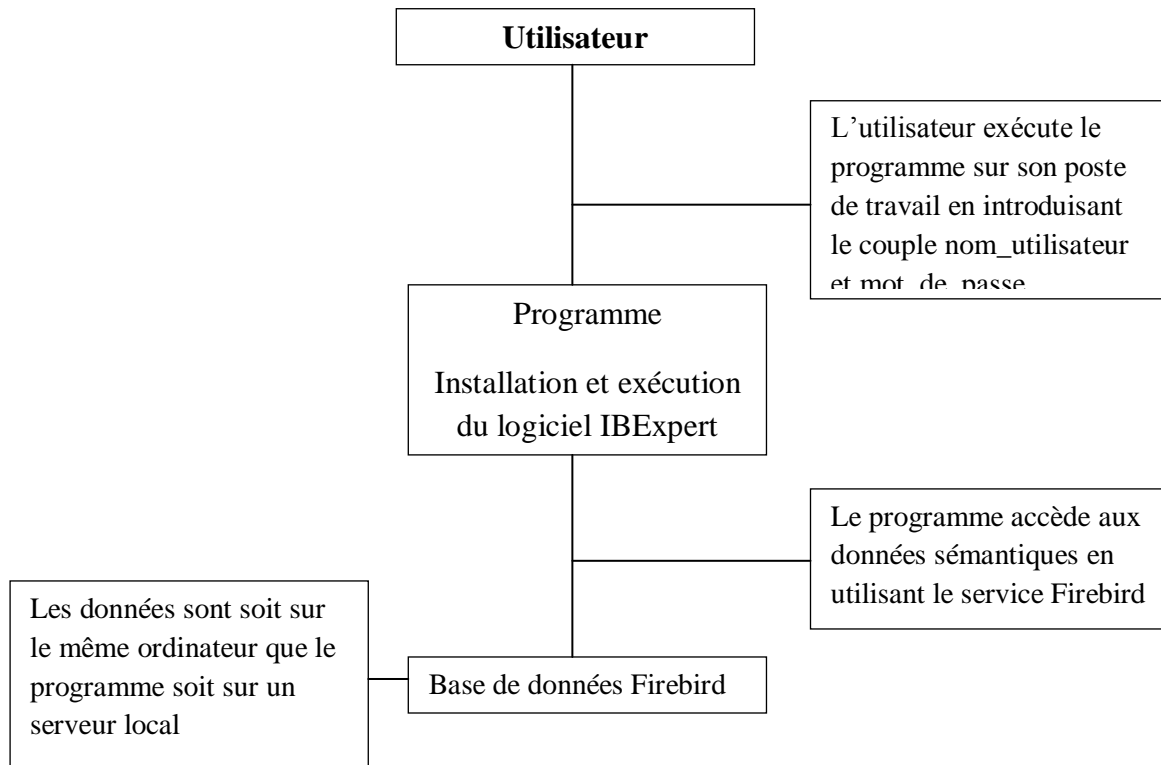


Figure VI.1 : Architecture de la base de données GEXPLOITE (ONA, 2012)

GEXPLOITE est, à esprit thématique, toutes les données sont organisées et structurées soigneusement car les tables de la BD GEXPLOITE sont décomposées thème par thème (commune, centre, curage, énergie, etc.). Cette organisation, permet de faciliter l'exploitation de la base de données (ONA, 2012).

La mise en place d'un SGBD « Eaux usées » est nouveau dans notre pays. La centralisation de la donnée, la facilité d'accès avec des restrictions selon le profil et l'accessibilité en intranet comme en internet sont des résultats (ONA, 2013). L'intérêt est de coder toutes les procédures et les appeler à la demande avec des arguments d'entrée facilitant l'exploitation au maximum.

VI.3. SIMPLICITE ET FACILITE D'ACCEDER A L'INFORMATION

La BD GEXPLOITE est facilement accessible du moment que l'utilisateur n'a besoin que d'un nom et d'un mot de passe pour y accéder. Une fois connecté, l'utilisateur peut, désormais, faire tout type de tâches selon le profil qui lui a été fournie. Trois profils ont été définis pour l'accès à la base de données exploitation. Le tableau VI.1 renseigne les droits de chacun des profils prédéterminés pour la base de données GEXPLOITE.

Tableau VI.1 : Les différents droits d'accès (ONA, 2012)

Profil	Table				Vue			Procédure stockée		
	Insertion	Modification		Consultation	Modification		Exécution	Modification		Exécution
		Structure	Donnée		P ⁴	NP ⁵		P	NP	
Administrateur	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAJ ⁶	*		*	*	*		*	*		*
Consultant				*			*			*

La base de données exploitation GEXPLOITE est constituée de trente-neuf (39) tables, deux (2) vues⁷ et cinquante-six (56) procédures stockées⁸. La figure VI.2 présente la fenêtre du lancement de la base de données.

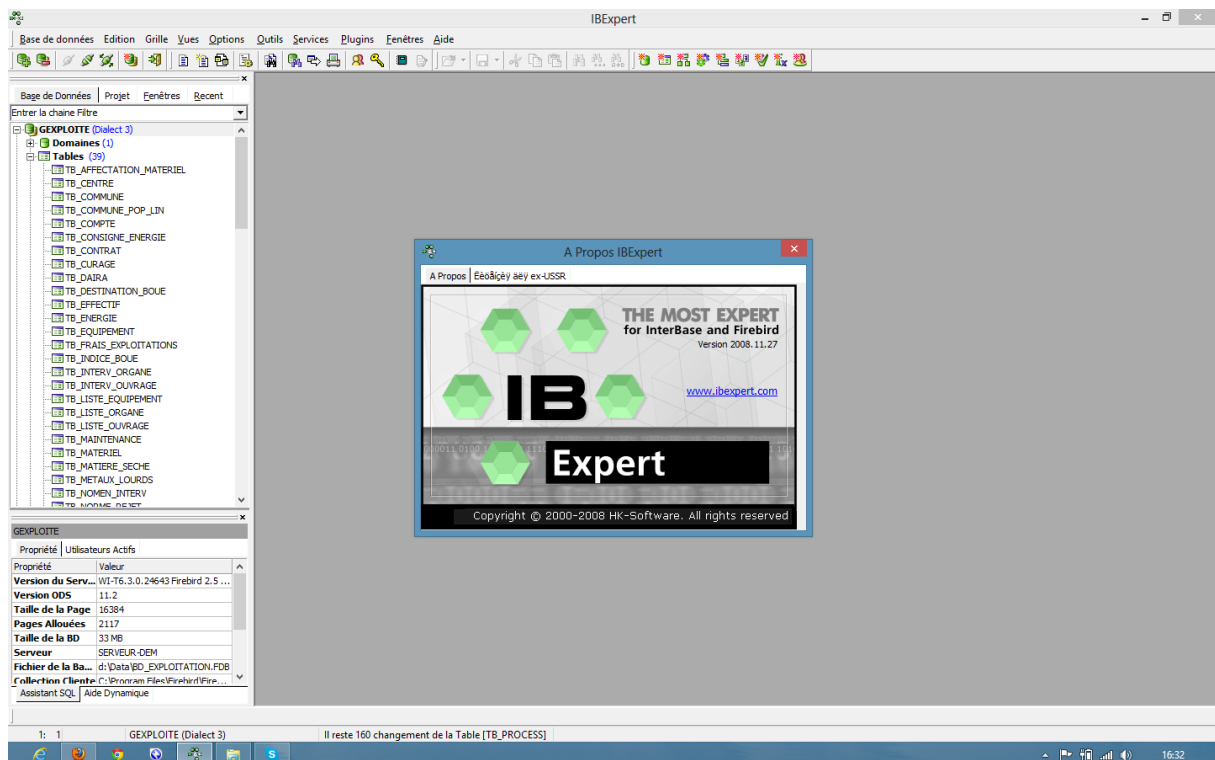


Figure VI.2 : Présentation de la base de données GEXPLOITE

⁴ Profil propriétaire, profil de création des vues ou des procédures stockées

⁵ Profil non propriétaire, impossibilité d'effectuer des changements

⁶ Profil de mise à jour

⁷ Les vues sont des tables virtuelles issues de l'assemblage d'autres tables en fonction de critères. Techniquement les vues sont créées à l'aide d'une requête SELECT. Elles ne stockent pas les données qu'elles contiennent mais conservent juste la requête permettant de les créer.

⁸ Une procédure stockée (storedprocedure) est un ensemble d'instructions SQL précompilées, stockées dans une base de données et exécutées sur demande par le SGBDR qui manipule la base de données. Les procédures stockées peuvent être lancées par un utilisateur, un administrateur ou encore de façon automatique par un événement déclencheur (trigger).

Les principales procédures stockées sont données dans le tableau VI.2, elles touchent au domaine de l'épuration, la collecte des eaux usées, la maintenance, le coût d'exploitation, les ratios d'exploitation et bien d'autres sujets.

Tableau VI.2 : Aperçu sur les principales procédures stockées de la BD GEXPLOITE (ONA, 2013)

Thème	N° PS	Procédure stockée	But
Epuration des eaux usées	1	PS_BILAN_AUTO_SURVEILLANCE	La détermination de l'auto-surveillance des différents paramètres dans les STEP relevant de la zone chlef.
	2	PS_CHARGE_POL_ELIMINEE	La détermination de la charge de pollution éliminée dans les STEP relevant de la zone chlef.
	3	PS_RENDEMENT_EPURATOIRE	La détermination du débit moyen traité en (m ³ /j) ainsi que le rendement épuratoire de chaque unité.
	4	PS_REUTILISATION_EAU_USEE	La détermination de la réutilisation des eaux usées (volume-destination-concessionnaire...).
	5	PS_SUIVI_BOUE	Le suivi de la boue des STEP relevant de la zone chlef.
	6	PS_SUIVI_PRODUIIT_EPURATION	Le suivi des produits de l'épuration relevant de la zone chlef.
	7	PS_STEP_ARRET	La spécification des différentes STEP de la zone chlef qui sont à l'arrêt.
	8	PS_IDENTIF_STEP_LAGUNE	L'identification des STEP et des lagunes de la zone chlef.
Collecte des eaux usées	1	PS_ETAT_OUVRAGE	Appréciation de l'état des ouvrages de collecte des eaux usées relevant de la zone chlef.
	2	PS_EXPLOITATION_RESEAU	Donne un aperçu sur la gestion des réseaux d'assainissement tel que réclamations, interventions, réalisations, etc.
	3	PS_CARAC_TEC_SR	L'identification des Stations de Relevage.
	4	PS_SR_ARRET	La détermination des SR qui sont à l'arrêt en mettant en œuvre quelques détails tel que motif de l'arrêt, impact de l'arrêt, etc.
Mainten ance	1	PS_CONS_ENERGIE_STEP	La quantification de l'énergies actives, l'énergie réactives, la PMA, le rapport de

Thème	N° PS	Procédure stockée	But
			puissance ainsi que le montant de la facture au niveau des STEP.
	2	PS_CONS_ENERGIE_SR	La quantification de l'énergies actives, l'énergie réactives, la PMA, le rapport de puissance ainsi que le montant de la facture au niveau des SR.
Coût d'exploitation	1	PS_EFFECTIF_OPERATIONEL	La détermination du nombre de l'effectifs opérationnels par unité ; STEP ; centres et SR.
	2	PS_FRAIS_EXPLOITATION_STEP	L'identification des frais d'exploitation par les STEP
	3	PS_FRAIS_EXPLOI_CENTRE	L'identification des frais d'exploitation par les centres
	4	PS_FRAIS_EXPLOITATION_SR	L'identification des frais d'exploitation par les SR
Ratio d'exploitation	1	PS_RATIO_STEP	Indique le prix de revient d'un mètre cube d'eau épurée.
	2	PS_RATIO_SR	Indique le prix de revient d'un mètre cube d'eau relevé.
	3	PS_RATIO_CENTRE	Indique le prix de revient d'un mètre cube d'eau collecté.
Rapport d'activité trimestriel	1	PS_RAT_EXPLOI_SR	Réponse au canevas du rapport d'activité volet stations de relevage
	2	PS_RAT_EXPLOIT_STEP_FB	Réponse au canevas du rapport d'activité volet STEP filière boue
	3	PS_RAT_EXPLOIT_STEP_FE	Réponse au canevas du rapport d'activité volet STEP filière eau
	4	PS_RAT_RESEAU	Réponse au canevas du rapport d'activité volet réseau
Agence du bassin hydrographique	5	PS_ABH_RESEAU_ASSAINISSEMENT	Détermination des caractéristiques des réseaux d'assainissement selon le canevas de l'ABH
	6	PS_ABH_STATION_EPURATION	Identification de la STEP avec quelques paramètres physicochimiques
	7	PS_ABH_STATION_RELEVAGE	Identification des SR et information sur les volumes relevés

VI.4. PROTECTION DE LA BASE DE DONNEES

L'administration de la base de données est une vraie protection contre toute sorte de fausse manipulation. Elle concerne, à la fois, la gestion des objets (table, vues, etc.) et des utilisateurs. L'administrateur de la base de données est le seul habilité à créer ou à supprimer des objets et des utilisateurs. Il a aussi le rôle de créer des droits d'utilisation de la base de données, allant de la simple consultation au contrôle total de la base de données.

Cette façon de procéder protège la base de données GEXPLOITE et la rend inaccessible sans des droits prédéterminés par l'administrateur.

VI.5. EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNEES ET MISE EN ŒUVRE DES APPLICATIONS (RESULTATS PRELIMINAIRES)

Les procédures stockées ont été réalisées dans un souci de répondre à plusieurs types de requêtes. Les procédures sont regroupées par type de canevas : mensuels, trimestriels et annuels.

Les procédures stockées répondant à des canevas mensuels sont les plus courantes dans la base de données GEXPLOITE. Ces procédures répondent à des données d'exploitation mensuelles. Elles sont plus ou moins complexes, elles peuvent être extraites à partir d'une ou plusieurs tables et comportées des requêtes imbriquées et des formules de calcul. Les figures VI.3 et VI.4 montrent l'exemple de la procédure stockée « Auto-surveillance » des STEP.

Exemple 1 : PS_AUTO_SURVEILLANCE

Le but de cette procédure est la détermination des paramètres de l'auto-surveillance dans une STEP. Pour être exécutée, on a besoin de trois paramètres (voir figure VI.4); le nom de la STEP, la date de début et la date de fin de la période considérée.

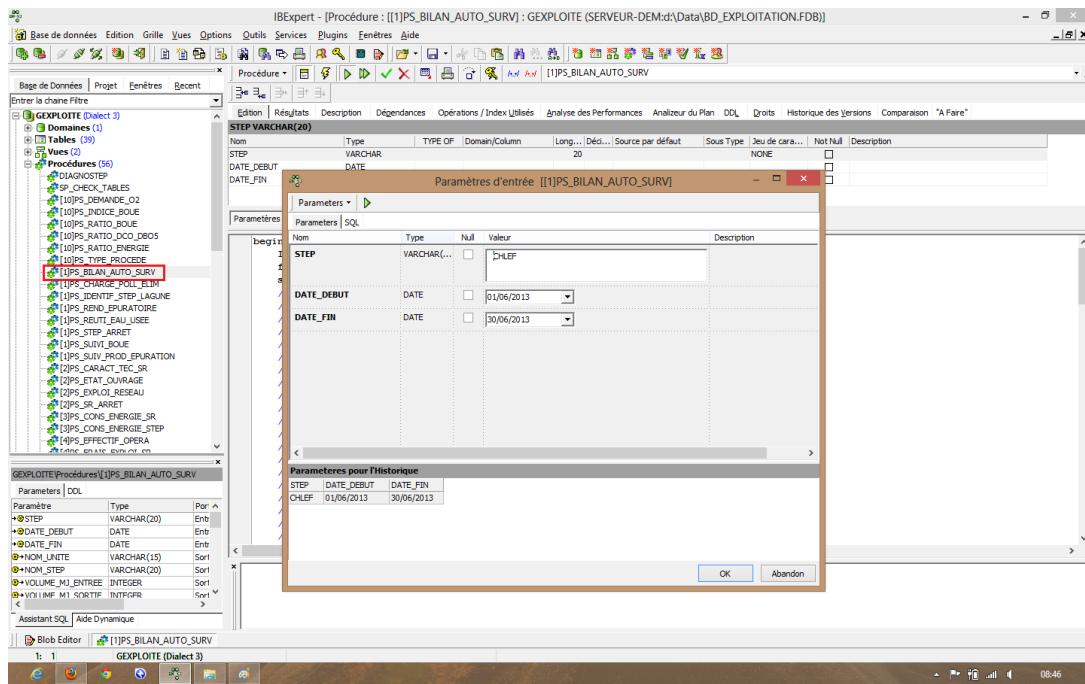


Figure VI.3 : PS_AUTO_SURVEILLANCE – Introduction des valeurs

La figure VI.4 montre un exemple d’affichage des paramètres d’auto-surveillance de la STEP de Chlef.

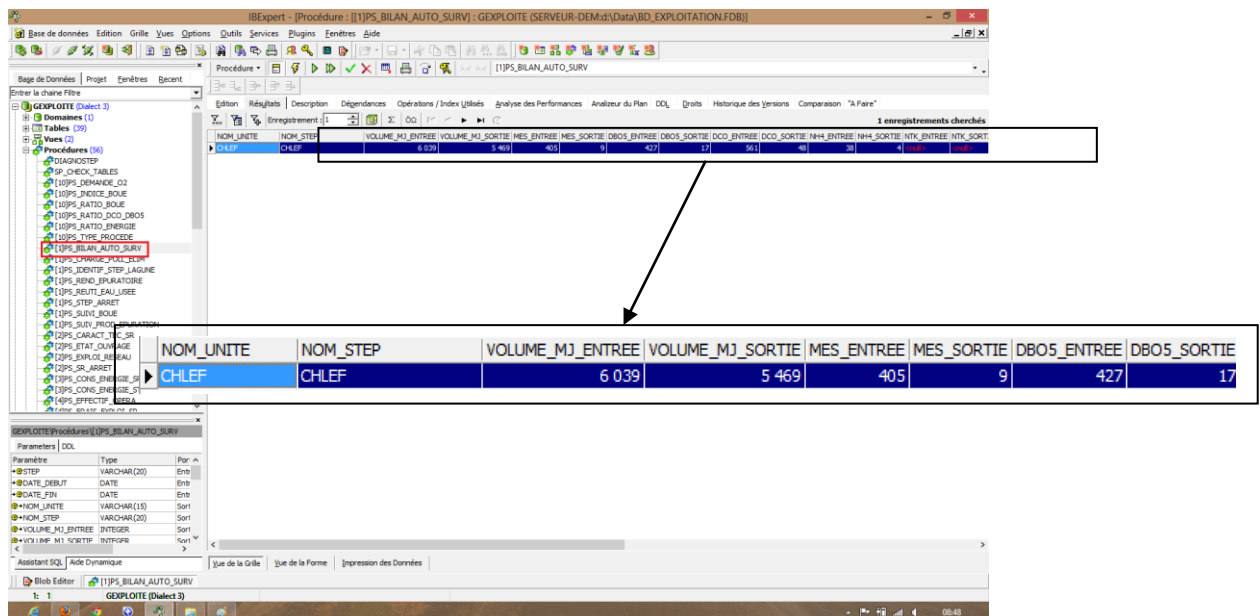


Figure VI.4 : Affichage des paramètres de l’auto-surveillance dans la STEP de Chlef

Exemple 2 : PS_RENDEMENT_EPURATOIRE

Le but de cette procédure stockée est de calculer des rendements épuratoires pour chaque STEP. Pour l’exécution de cette PS, le nom de la STEP, la date de début et de la date

fin de la période considérée sont introduites. L'exemple pris est le mois de juin 2013 (voir Figure VI.5).

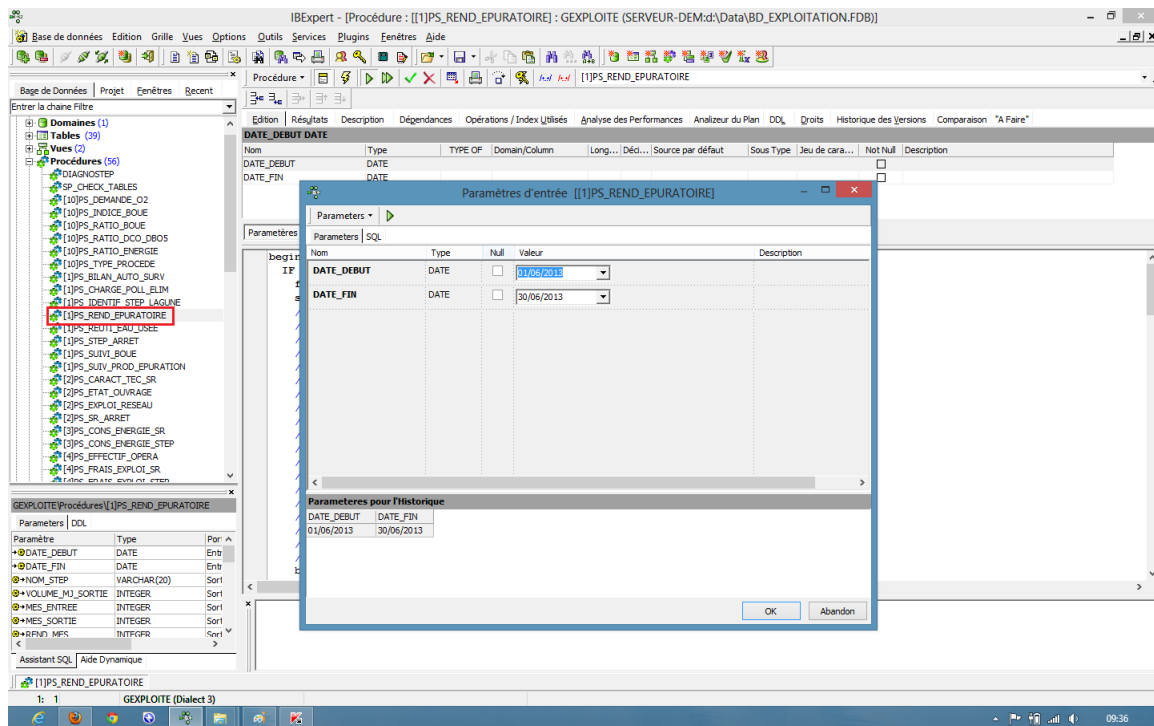


Figure VI.5 : PS_RENDEMENT_EPURATOIRE – Entrée des données

La figure VI.6 présente les résultats de sortie pour les rendements épuratoires des stations de d'épuration pour le mois de juin 2013.

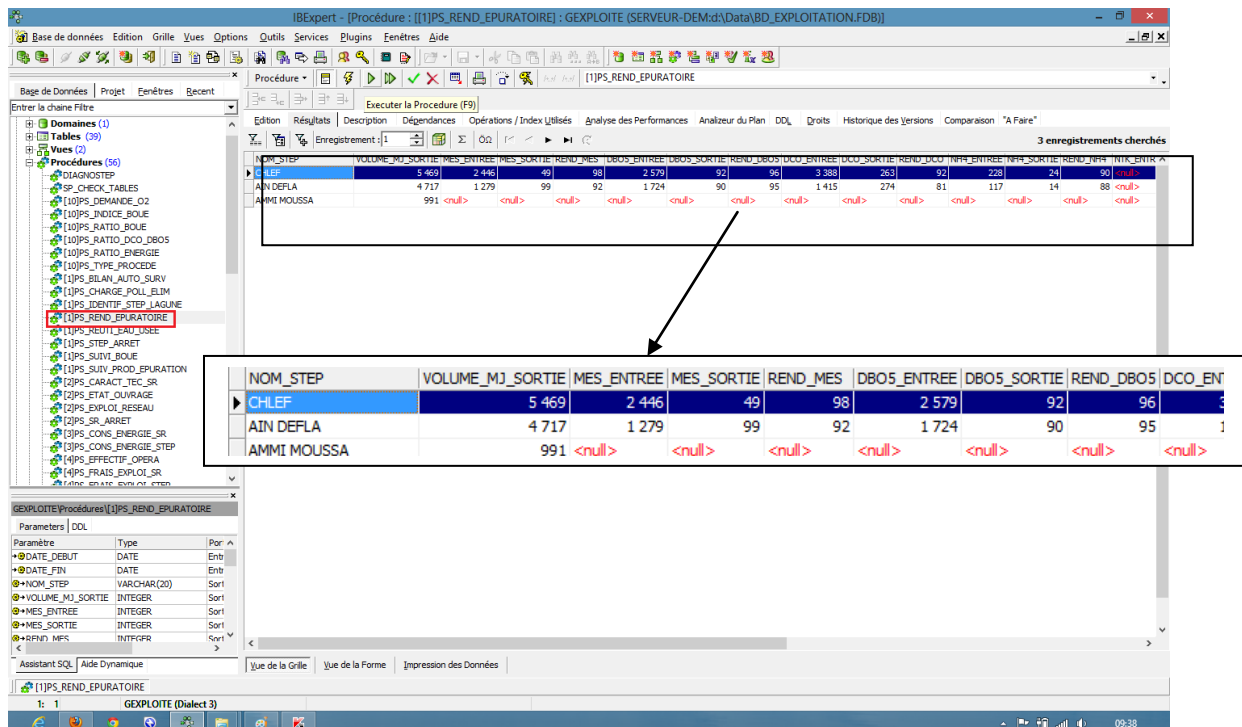


Figure VI.6 : Affichage des rendements épuratoires – Résultats de sortie

Exemple 3 : PS_RAT_RESEAU

Cette PS permet d’avoir les données relatives à l’exploitation des réseaux d’assainissement par unité. Pour l’exécution de cette procédure stockée, on a besoin de la date de début et la date de la fin de la période considérée (voir figure VI.7).

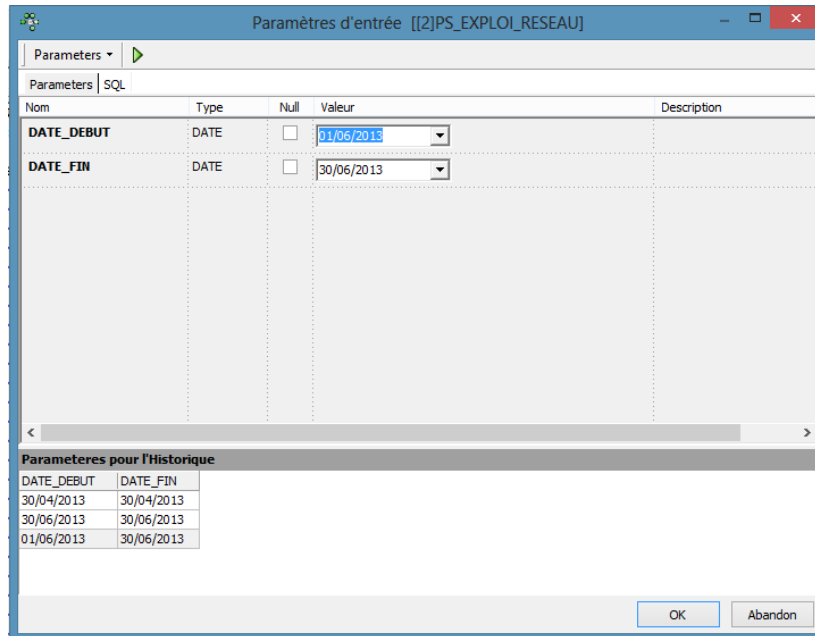


Figure VI.7 : PS_RAT_RESEAU– Entrée des données

La figure VI.8 présente les paramètres d’exploitation pour les réseaux d’assainissement gérés par l’office national d’assainissement, zone de Chlef pour le mois de juin 2013.

NOM_UNITE	CODE_COMMUNE	NOM_COMMUNE	NOMBRE_RECLAMATION	NOMBRE_INTERVENTION	LINEAIRE_TOTAL	LINEAIRE_CURE	TALX_CURAGE	REGARD_CURE
AIN DEFLA	4401	AINDEFLA	22	51	<null>	1 335	<null>	125
AIN DEFLA	4402	MILIANA	0	38	<null>	640	<null>	64
AIN DEFLA	4403	BOLMEDFAA	0	26	<null>	430	<null>	39
AIN DEFLA	4404	KHMIS MELIANA	3	54	<null>	970	<null>	159
AIN DEFLA	4405	HAMMAM RIGRHA	5	5	<null>	160	<null>	11
AIN DEFLA	4406	ARIB	2	2	<null>	60	<null>	2
AIN DEFLA	4410	EL ATTAF	2	6	<null>	450	<null>	18
AIN DEFLA	4425	BEN ALLAL	<null>	<null>	<null>	<null>	<null>	<null>
AIN DEFLA	4430	MEKHATRIA	<null>	<null>	<null>	<null>	<null>	<null>
CHLEF	0201	CHLEF	60	84	<null>	2 710	<null>	305
CHLEF	0202	TENES	28	76	<null>	2 216	<null>	224
CHLEF	0210	OULED FARES	11	11	<null>	151	<null>	29
CHLEF	0211	SIDI AKKACHA	5	8	<null>	576	<null>	40
CHLEF	0212	BOUKADIR	2	2	<null>	270	<null>	7
CHLEF	0224	CHETTIA	31	57	<null>	543	<null>	99
CHLEF	0225	SIDI ABDERRAHMANE	1	1	<null>	45	<null>	2
CHLEF	0233	OUM DROU	2	20	<null>	456	<null>	39
RELIZANE	4801	RELIZANE	156	133	<null>	2 520	<null>	280
RELIZANE	4802	OUEJ RHIOU	57	59	<null>	2 355	<null>	144
RELIZANE	4806	SIDI LAZREG	2	2	<null>	36	<null>	4
RELIZANE	4808	SIDI MHAMED BENALI	1	23	<null>	8	<null>	46
RELIZANE	4809	MEDIOUNA	5	11	<null>	16	<null>	33
RELIZANE	4811	AMMI MOUSSA	10	10	<null>	144	<null>	14
RELIZANE	4815	EL GUETTAR	3	22	<null>	80	<null>	160
RELIZANE	4817	EL MATMAR	6	6	<null>	135	<null>	15
RELIZANE	4820	OUEJ ESSLAM	3	3	<null>	63	<null>	7
RELIZANE	4822	MAZOUNA	7	27	<null>	119	<null>	142
RELIZANE	4824	LAHLAF	2	2	<null>	160	<null>	5
RELIZANE	4825	YELLAL	5	5	<null>	144	<null>	16
RELIZANE	4826	OUEJ DJEMAA	0	0	18	0	0,000	0
RELIZANE	4828	MENDES	2	2	<null>	54	<null>	6
RELIZANE	4830	BENI ZENTHIS	0	9	<null>	0	<null>	37
RELIZANE	4835	BEN DAOUED	8	8	<null>	90	<null>	10
RELIZANE	4837	MERDJET SIDI ABED	7	7	<null>	80	<null>	2

Figure VI.8 : Affichage des paramètres d’exploitation pour les réseaux d’assainissement- Résultats de sortie

Exemple 4 : PS_PRIX_REV_M3_EPURE

Le but de cette procédure est le calcul du prix du revient du mètre cube d'eau épurée dans une STEP. Pour être exécutée, on a besoin de trois paramètres (voir figure VI.9); le nom de la STEP, la date de début et la date de fin de la période considérée.

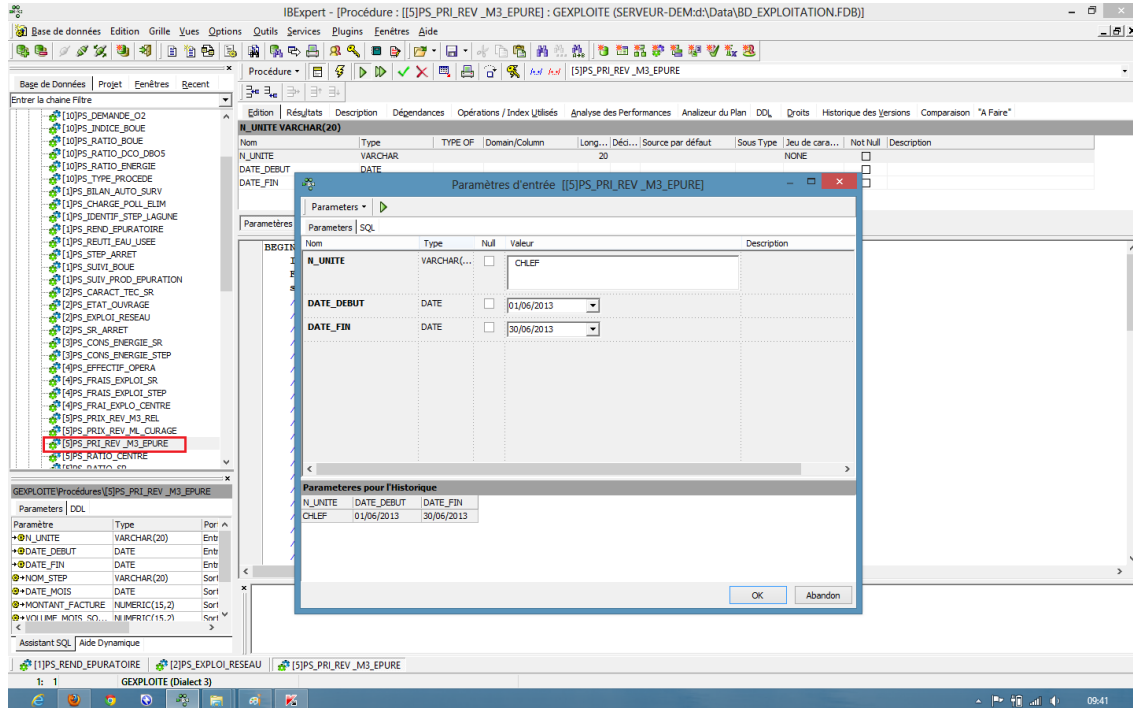


Figure VI.9 :PS_PRIX_REV_M3_EPURE – Entrée des données

La figure VI.10 présente le prix de revient du mètre cube épuré de la station d'épuration de Chlef pour le mois de juin 2013.

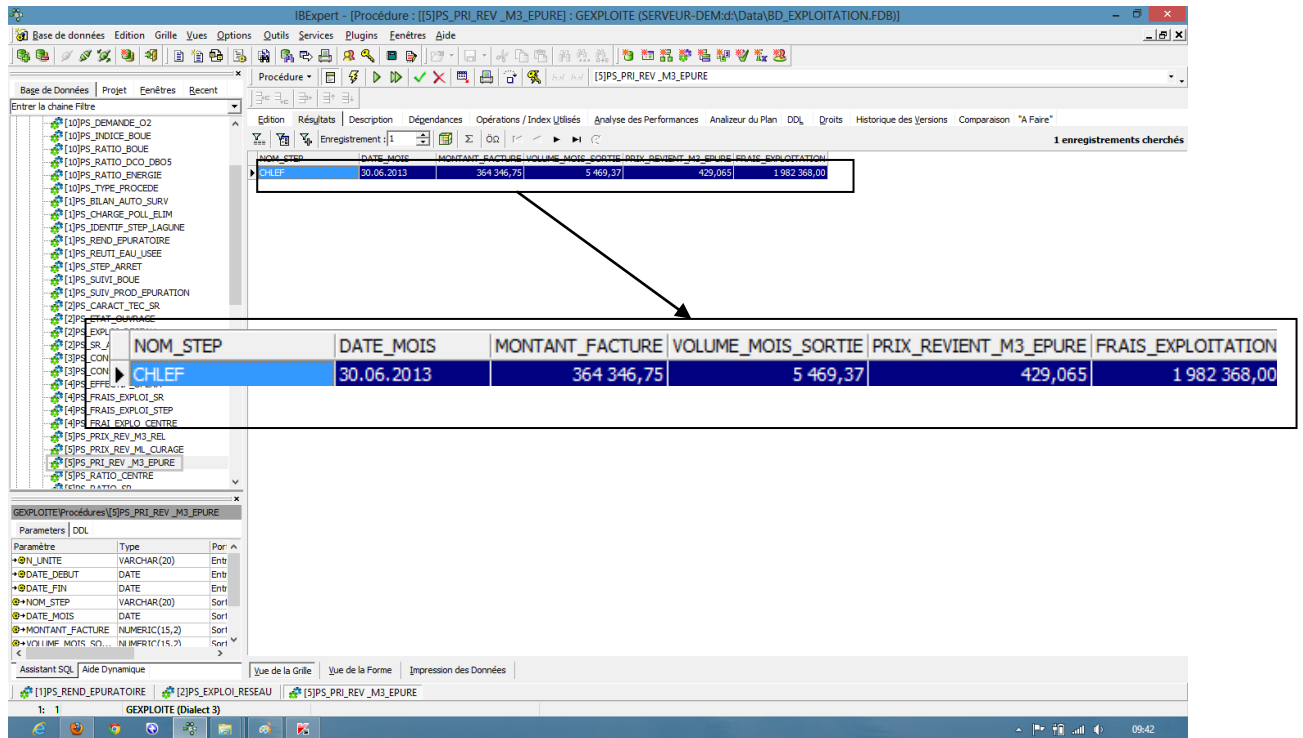


Figure VI.10: Affichage du prix de revient du mètre cube d'eau épurée de la station d'épuration de Chlef pour le mois de juin 2013

VI.6. CONCLUSION :

Le but de ce chapitre étant de montrer l'intérêt de la base de données GEXPLOITE pour la gestion des eaux usées (performances épuratoires des stations d'épuration et exploitation du réseau d'assainissement géré par l'ONA- zone de Chlef).

La validation de la base de données étant achevée, les procédures stockées faites et les entités définies, un gain de temps considérable est réalisé surtout pour l'élaboration des différents bilans considérés comme tableaux de bord indispensables pour la gestion à court, moyen et long terme des eaux usées, gérées par l'ONA - zone de Chlef.

GEXPLOITE est un outil d'exploitation permettant au gestionnaire du réseau d'assainissement ou des stations d'épuration d'effectuer le diagnostic de ses infrastructures. Les opérations de saisie, stockage et mise à jour des données permettent d'emmagasiner un historique des problèmes d'exploitation utile pour les prévisions d'interventions sur le réseau ou les stations d'épuration gérés par la zone de Chlef.

Plusieurs pistes d'amélioration sont en cours pour améliorer l'analyse, la synthèse et la prise de décision.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Les stations d'épuration connaissent souvent des problèmes de dysfonctionnements et des difficultés de traitement par la biomasse au niveau du bassin d'aération. En effet, la pollution domestique rend plus délicat le fonctionnement du processus d'épuration biologique, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée. Dans cet optique, le fonctionnement du processus d'épuration de la station d'épuration (STEP) de Chlef, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée a été étudié.

Mise en service depuis l'année 2006, cette station assure le traitement des eaux usées de cette agglomération qui sont constituées principalement par des effluents d'origine urbaine. D'une capacité de traitement de 36405 m³/j, la station ne traite actuellement qu'environ 4100 m³/j (soit un taux d'utilisation de capacité de 11,26 %). Le procédé d'épuration utilisé dans la STEP est de type boues activées à aération prolongée dit carrousel 2000.

Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT) et l'azote ammoniacal (N-NH₃) ont permis d'évaluer les performances de fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement. Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Le rendement d'élimination des MES avoisine les 97% . ;
- Les valeurs de la DBO₅ dans les eaux traitées sont pratiquement constantes (variables de 3.3 à 10.8 mg/l) et reste très au dessous de la norme de rejet des effluents liquides (35 mg/L). Le rendement d'abattement de la DBO₅ excède les 97,5 %.
- Les valeurs de la DCO à la sortie de la STEP restent au dessous de la norme de rejet fixée à 120 mg/l. Le rendement d'abattement de la DCO est d'environ 95 % ;
- Les valeurs de l'azote total (N-T) dans l'eau traitée sont variables et instables dans le temps. Un pic de 80 mg/l a été enregistré lors de cette campagne d'analyse. À la sortie de la STEP, les valeurs de l'azote total (N-T) oscillent de 11 à 25 mg/l dépassant ainsi 04 fois la norme de rejet.
- Les valeurs de l'azote ammoniacal (N-NH₃) dans l'eau traitée sont dans l'ensemble inférieures à la norme de rejet (soit 5 mg/l) confirmant ainsi la fiabilité de la station en matière de nitrification,

- Le pH de l'eau traitée a diminué très légèrement de celui de l'eau brute due à une formation de l'acide carbonique (CO_2) dans l'eau lors du traitement biologique.

Par ailleurs, le contrôle des paramètres du process de la station a révélé que :

- La STEP de Chlef fonctionne correctement en aération prolongée ($C_m < 0,1 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$) ;
- La charge volumique de la STEP a observée de légères instabilités au cours process sans toutefois dépasser la limite de $0.35 \text{ kg DBO}_5/\text{kg.j}$ préconisée pour l'aération prolongée ;
- Les concentrations de la boue dans le bassin d'aération sont entre aération prolongée et faible charge ;
- Les valeurs de l'âge des boues de la STEP sont dans la gamme de l'aération prolongée (âge des boues >15 jours).

L'ensemble des résultats ainsi obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP de Chlef par le procédé "boues activée à aération prolongée". Ce système de traitement fait ressortir de meilleurs rendements à tous les niveaux, que ce soit pour l'élimination de la charge carbonée ou celle de la pollution azotée.

La base de données GEXPLOITE réalisée pour la gestion des eaux usées (station d'épuration et réseau d'assainissement) de la ville de Chlef a donné autant d'intérêt pour l'ONA - zone de Chlef en matière de gestion des eaux usées notamment un gain de temps considérable surtout pour l'élaboration des différents bilans et les tableaux de bord indispensables pour la gestion à court, à moyen et à long terme des eaux usées dans cette région.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] Salghi R, Différentes filières de traitement des eaux, Université de Rabat, 2001, 22 p.
- [2] Paulsud B, HARALDEN S, Experiences with the Norwegian approval system for small waste water treatment plants. Wat. Sc. Techno., vol. 28, n° 10, 1993, pp. 25-32.
- [3] Dugniolle H, L'assainissement des eaux résiduaires domestiques, CSTC-revue n°3-septembre, 1980, pp. 44-52.
- [4] GLANIC R, Benneton J-P, Caractérisation d'effluents d'assainissement individuel et essais de matériels d'assainissement autonome – TSM- l'eau- 84 année- N 11, 1989, pp. 573-584.
- [5] METAHRI Mohammed Saïd, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, (2012).
- [6] A. MIZI, Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles, Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar. ANNABA, 2006.
- [7] Traité de l'environnement, Technique de l'ingénieur, Volume G1210.
- [8] Emilian Koller, Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues. Ed. Dunod, PARIS, Avril 2004.
- [9] F. GALAF, S. GHANNAM, Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin, Mémoire d'ingénieur d'état, Université HASSAN II de RABAT, MAROC, 2003.
- [10] Pollution des eaux, Dosage des nitrites. (Site Internet)
- [11] Brigitte DONNIER, La pollution chimique en méditerrané, Laboratoire. C. E. R. B. O. M., Nice, France.
- [12] Jean RODIER et all, L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition. Dunod, PARIS, 1996
- [13] N. RAMDAN, Etude comparative de la dépollution des eaux de la station de SKIKDA par adsorption sur charbon actif et sur bentonite, Mémoire de magister, Université du 20 Août 1955 SKIKDA, 2006.
- [14] Alain BOTTA, Laurence BELLON, Pollution de l'eau et santé humaine, Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale, Université Euro- Méditerranée TEHYS, Avril 2001.
- [15] Rodier J., l'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} Edition, Dunod, paris, 2005.
- [16] Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Monteil A ; RIOU G ; Simon P, Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement), 2006.

- [17] SUSCHKA J, FERREIRA E., Activated sludge respirometric measurements, Water research, 20,2, 1986, pp.137-144.
- [18] Faiza MEKHALIF, Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, 2009.
- [19] Abdelkader Gaid, épuration biologique des eaux usées urbaines, Tome I et II, Ed OPU Alger, 1984.
- [20] DEGREMONT SUEZ, Mémento technique de l'eau : Edition technique et documentation Lavoisier, 2005.
- [21] ATTAB Sarah, amélioration de la qualité microbiologique des eaux épures par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local, 2011.
- [22] FRANCK.R., Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques, Edition Scérén CRDP AQUITAINE, Bordeaux, 2002, pp165-239.
- [23] BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A., Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, 2005
- [24] LAZAROVA V., GAID A., RODRIGUEZ-GONZALES J., ALDAY ANSOLA J., L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux, Techniques Sciences et Méthodes 9, 2003, pp 64-85.
- [25] BECHAC J.P, traitement des eaux usées, Edition Eryolles, 2^{ème} édition, 1987.
- [26] RAYMOND DESJARDINS, le traitement des eaux, édition de l'école polytechnique de Montréal, 2eme édition, 1997
- [27] TEKFI KARIMA, étude des performances épuratoires d'une station d'épuration à boues activées, mémoire de PFE DEUA hydraulique, université de Tlemcen, 2006.
- [28] Joseph PRONOST, Rakha PRONOST, Laurent DEPLAT, Jacques MALRIEU, Jean-Marc BERLAND, stations d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, document FNDAE, décembre 2002
- [29] Dégrémont, mémento technique de l'eau, Ed ; Lavoisier, Paris, 1972
- [30] Aminot. A, Guillaud. J.F., Apports en matière organique et en sels nutritifs par les stations d'épuration, Actes de colloques N° 11, 1990, .pp.11-26
- [31] Algérienne des eaux (ADE), Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologique d'une eau de consommation, rapport interne. Ed : centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi-ouzou, 2001, 135 p

