

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE
ARBAOUI Abdellah

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : Conception des systèmes d'assainissement

THEME :

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DE LA STATION
D'EPURATION DE BOUMERDES
(W. BOUMERDES)**

Présenté par :

M^{elle} ABES Kahina

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

| Nom et Prénom | Grade | Qualité |
|------------------------------------|--------------|---------------------|
| M^{me} H. MEDDI | M.C.B | Présidente |
| M^{me} S. HOULI | M A.A | Examinatrice |
| M^r A. RASSOUL | M.C.B | Examineur |
| M^{me} M. KAHLERRAS | M.A.A | Examinatrice |
| M^r I. ZAIBEK | M.A.B | Examineur |
| M^{me} F.AMMOUR | M.A.A | Promotrice |

SEPTEMBRE -2013-

Dédicaces

En ce jour solennel qui clos le cycle de mes études, qu'il me soit permis de dédier ce Travail :

Je dédie ce modeste travail d'abord :

- *A ma très chère mère et mon très cher père pour tous leurs sacrifices afin de m'offrir le repos et le bonheur ; Pour l'éducation qu'ils m'ont inculqués, pour leurs soutien moral et matériel dont j'ai bénéficié à chaque fois que j'en ai eu besoin, pour l'amour et la tendresse qu'ils m'ont réservé et la patience et le dévouement qu'ils m'ont insufflé. Très chers parents, je ne vous remercierai jamais assez pour vos actes et aucune dédicace ne saurait exprimer à sa juste valeur le profond amour que je vous porte.*
- *A, Lila, ma grande sœur de cœur, qui a pour moi tellement d'importance, celle qui m'écoute et me comprend et cela très souvent, aucun mot ne serait assez puissant mais merci d'être toi tout simplement.*
- *A mon très cher et tendre bien aimé, Si Mokrane, de tous les choix que j'ai fait dans ma vie, celui qui m'a le plus apporté est de t'avoir choisis.*
- *A Amina, Khadidja, Amel et Karima pour tous les moments heureux et difficiles qu'on a pu passer ensemble, je vous adore.*
- *A tous mes autres amis sans exception.*

Remerciements

Au terme de ce modeste travail Je tiens à remercier tout d'abord :

- *Ma promotrice M^{me} F. AMMOUR à la quelle je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour la confiance qu'elle m'a accordée afin de réaliser ce travail , ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques, professionnels ou tout simplement humains.*

Je remercie également :

- *Mesdames et Monsieur les membres du jury, M^{me} MEDDI en présidence et M^{me} HOULI, M^{me} KAHLERRAS, M^r ZAIBEK et M^r RASSOUL qui ont bien accepté de juger mon travail.*

- *Tous les enseignants de l'ENSH qui ont contribué à ma formation.*
- *Mes pensées vont pareillement à tous mes enseignants de la première année primaire jusqu'au lycée.*
- *Tous les ingénieurs de la DHW de la wilaya de Boumerdès pour l'ensemble des moyens qu'ils ont mis à ma disposition et leurs encouragements, ainsi que tous les ingénieurs de l'unité de l'ONA de Boumerdès pour leurs soutiens et leurs aides précieuses.*

Enfin, tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, que ce soit par leur amitié, leur conseils ou leurs soutien moral, qui trouveront dans ces quelque lignes l'expression de mes remerciements les plus vifs et les plus sincères.

ملخص

دراسة مشروع محطة المعالجة في بلدية بومرداس ولاية بومرداس هو تحديد وتسجيل الاختلالات المختلفة للمحطة واقتراح حلول للتغلب على مشاكل معالجة مياه الصرف. وتنقسم الدراسة إلى المراحل التي يمكن أن تأخذ في الاعتبار عوامل مؤثرة والتطورات التي هي : اولا تشخيص محطة تنقية بومرداس، ثانيا دراسة مؤشرات الأداء، ثالثا دراسة الحمول والبدائل وفي نهاية هذه الخطوات، أثبت أن هناك حاجة امتداد للمحطة لضمان قدرة التنقية في المدى القصير.

RESUME

L'étude du projet de la station d'épuration à boues activées de la commune de BOUMERDES wilaya de BOUMERDES a pour but d'identifier et recenser les différents dysfonctionnements de la station et à proposer des solutions pour pallier aux problèmes de traitement des eaux usées.

Les différentes phases de l'étude permettent de prendre en compte des facteurs influents et leurs évolutions, celle-ci s'articulent autour des points : -Premièrement, un diagnostic de la station d'épuration de BOUMERDES, deuxièmement, l'étude des indicateurs de performance et troisièmement, l'étude des variantes et le choix de la solution adéquate.

Il s'avère qu'une extension de la station est nécessaire afin de garantir des capacités épuratoires pour le moyen terme.

SUMMARY

This research project deals with the purification station of activated sludge in the municipality of BOUMERDES Wilaya BOUMERDES. It aims at identifying and recording the various dysfunctions of the station and propose solutions to overcome the problems of wastewater treatment.

The study is divided into phases that can take into account influential factors and developments that are: First, diagnosis of purification BOUMERDES station. Second, study of the performance indicators. Third, study of solutions and alternatives.

At the end of these steps, it is proved that an extension of the station was needed to ensure purifying capacity in the medium term.

SOMMAIRE

Introduction générale

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude.

| | |
|--|---|
| Introduction | 2 |
| II-1-Description générale de la zone d'étude | 2 |
| II-2-Données générales sur Boumerdès | 2 |
| II-2-1- Situation démographique..... | 2 |
| II-2-2- Situation économique | 3 |
| II-2-3- Situation géographique | 3 |
| II-2-4- Relief et morphologie | 4 |
| II-2-5- Hydrologie | 5 |
| II-2-6- Situation climatique | 5 |
| II-2-6-1- Pluviométrie..... | 5 |
| II-2-6-2- Température | 5 |
| II-2-6-3- Vent..... | 6 |
| II-2-7- Géologie | 6 |
| II-2-8- Classification des terrains soumis à des contraintes naturelles..... | 6 |
| II-2-9- Pédologie..... | 7 |
| II-2-10- Sismicité | 7 |
| Conclusion | 8 |

CHAPITRE II : Principaux paramètres de caractérisation de la pollution des eaux et leurs incidences sur l'environnement

| | |
|---|----|
| Introduction | 9 |
| I-1- Définition d'une eau usée | 9 |
| I-2- Origines des eaux usées | 9 |
| I-2-1- Eaux domestiques | 9 |
| I-2-2- Eaux d'origine industrielles | 9 |
| I-2-3- Eaux de ruissellement | 10 |
| I-2-4- Eaux du service public | 10 |
| I-2-5- Eaux parasites | 10 |
| I-2-6- Effluents agricoles | 10 |
| I-3- Pollution de l'eau | 10 |
| I-3-1- Evaluation de la pollution | 11 |
| I-3-2- Paramètres de caractérisation de la pollution des eaux | 11 |
| I-4- Caractéristiques des eaux usées urbaines | 17 |
| I-5- Les normes de rejets | 17 |
| Conclusion | 18 |

CHAPITRE III : Description de la station d'épuration de Boumerdès.

| | |
|---|----|
| Introduction | 20 |
| III-1- Historique | 20 |
| III-2- Description de la station d'épuration de Boumerdès | 20 |
| III-2-1-Localisation de la STEP de Boumerdès | 20 |
| III-2-2-Données de base de la station | 22 |
| III-2-3-Le réseau de collecte des eaux usées | 22 |
| III-2-4-Alimentation en eau potable | 23 |
| III-2-5-Les stations de relèvement | 24 |
| III-2-6-Les différentes étapes de traitement | 26 |
| III-2-6-1- Arrivée de l'eau | 26 |
| III-2-6-2- Prétraitement et traitement primaire | 26 |
| III-2-6-3- Traitement secondaire | 28 |
| III-2-6-4- Traitement complémentaire | 29 |
| III-2-7-Destination des boues | 29 |
| III-2-7-1- Réutilisation des boues déshydratées | 30 |
| III-2-8-Réutilisation des eaux épurées | 30 |
| III-2-9-Ouvrages de la station d'épuration | 31 |

CHAPITRE IV : Identification, origines et causes des dysfonctionnements de la station.

| | |
|---|----|
| Introduction | 32 |
| IV-1- Diagnostic de la station d'épuration de Boumerdès | 32 |
| IV-1-1-Définition des contraintes amont | 32 |
| IV-1-1-1-Etat des ouvrages de collecte des eaux usées | 33 |
| IV-1-1-2-Qualité des effluents | 33 |
| IV-1-2-Définition des contraintes aval | 33 |
| IV-1-2-1- Les eaux de surface | 33 |
| IV-1-2-1-1- Suppositions et hypothèses | 34 |
| IV-1-2-1-2- Niveaux de rejet | 35 |
| IV-1-2-1- Les eaux côtières | 35 |
| IV-1-3-Description de l'existant | 36 |
| IV-1-3-1-Filière eau | 36 |
| IV-1-3-2-Filière boue | 38 |
| IV-1-4-Diagnostic des ouvrages | 39 |
| IV-1-4-1-Méthodologie | 39 |
| IV-1-4-2-Difficultés d'exploitation | 39 |
| IV-1-4-3-Diagnostic des ouvrages | 41 |
| IV-1-4-3-1- Filière eau | 42 |
| IV-1-4-3-2- Filière boue | 47 |
| IV-1-5-Etude des indicateurs de performances | 49 |
| IV-1-5-1- Evolution de la charge hydraulique..... | 49 |
| IV-1-5-2- Taux de dilution | 49 |
| IV-1-5-3- Evolution de la charge polluante entrante..... | 51 |
| IV-1-5-3-1- Indice de biodégradabilité..... | 52 |
| IV-1-5-4- Suivi du traitement | 53 |
| IV-1-5-4-1- Suivi du traitement de la charge organique (DCO) | 53 |
| IV-1-5-4-2- Suivi de la concentration en MES de l'eau de sortie | 54 |
| IV-1-5-4-3- Caractérisation de la charge en azote | 55 |
| IV-1-5-4-4- Degré d'ammonisation | 56 |

| | |
|---|----|
| IV-1-5-4-5- Suivi du nitrate (NO ₃ ⁻) | 57 |
| IV-1-5-4-6- Suivi de la concentration en (PO ₄ ³⁻) | 57 |
| IV-1-5-4-7- Boues produites | 58 |
| IV-1-5-4-8- Consommation des produits de traitement et d'électricité | 58 |
| IV-1-5-4-9- Rapport Kg MS extraites/ Kg DBO5 éliminé | 58 |
| IV-1-5-4-10- Rapport Kg MS extraites/ Kg DCO éliminé | 59 |
| IV-1-5-5- Conclusion | 59 |
| IV-1-6- Analyse des métaux lourds | 60 |
| IV-1-6-1- Les eaux usées industrielles | 60 |
| IV-1-6-1- Production agricole | 61 |
| Conclusion..... | 62 |

CHAPITRE V : Etude des solutions et variantes.

| | |
|--|----|
| Introduction | 63 |
| V-1-Méthodologie de calcul | 63 |
| V-1-1-Perspectives démographiques | 63 |
| V-1-2-Estimation du débit d'eaux usées domestiques..... | 63 |
| V-1-3-Estimation du débit d'eaux usées total..... | 64 |
| V-1-4-Evaluation du nombre d'équivalent habitant | 64 |
| V-2-données de base | 64 |
| V-2-1-Balance entre population branchée et capacité de la STEP | 64 |
| V-2-2-Synthèse | 65 |
| V-3-Variantes | 65 |
| V-3-1- Première variante | 65 |
| V-3-1-1- Avantages et inconvénients de la première variante | 66 |
| V-3-2- Deuxième variante | 66 |
| V-3-2-1- Avantages et inconvénients de la deuxième variante | 67 |
| V-3-3- Troisième Variante | 67 |
| V-3-3-1- Avantages et inconvénients de la troisième variante | 69 |
| V-4- Comparaison des variantes | 69 |
| Conclusion..... | 70 |

CHAPITRE VI : Extension de la station d'épuration de Boumerdès

| | |
|--|----|
| Introduction | 71 |
| VI-1-Données de base..... | 71 |
| VI-2-Estimation des charges hydrauliques et charges polluantes | 71 |
| VI-2-1-Charges hydrauliques | 71 |
| VI-2-2-Charges polluantes | 73 |
| VI-3-Dimensionnement | 74 |
| VI-3-1- Prétraitement..... | 74 |
| VI-3-1-1- Dégrillage | 74 |
| VI-3-1-2- Dessablage déshuilage | 77 |
| VI-3-2- Traitement secondaire | 79 |
| VI-3-2-1- Dimensionnement du bassin d'aération | 79 |
| VI-3-2-1-1- Calcul de la charge polluante à la sortie | 81 |
| VI-3-2-1-2- Calcul de la charge polluante éliminée | 81 |
| VI-3-2-1-3- Le rendement d'épuration | 81 |
| VI-3-2-1-4- Calcul des besoins en oxygène | 82 |
| VI-3-2-1-5- Calcul des besoins réels en oxygène..... | 82 |
| VI-3-2-1-6- Calcul des caractéristiques de l'aérateur..... | 83 |
| VI-3-2-1-7- Bilan des boues | 84 |

| | |
|---|----|
| VI-3-2-2- Dimensionnement du clarificateur | 86 |
| VI-3-3- Traitement tertiaire (la désinfection) | 88 |
| VI-3-3-1- Calcul de la dose de chlore à injecter | 88 |
| VI-3-3-2- Calcul de la quantité d'eau de javel | 89 |
| VI-3-3-3- Quantité journalière d'hypochlorite de sodium | 89 |
| VI-3-3-4- Quantité annuelle d'hypochlorite de sodium | 89 |
| VI-3-3-5- Dimensionnement du bassin de désinfection | 89 |
| VI-3-4- Traitement des boues | 90 |
| VI-3-4-1- Epaisseur | 90 |
| VI-3-4-2- Déshydratation mécanique | 91 |
| Conclusion | 91 |

CHAPITRE VII : Calcul hydraulique.

| | |
|--|----|
| Introduction | 92 |
| VII-1-Calcul des dimensions de la conduite d'amenée | 92 |
| VII-2- Relevage | 92 |
| VII-2-1-Dimensionnement du puisard | 92 |
| VII-2-2- La conduite de refoulement | 92 |
| VII-2-3- Calcul de la hauteur manométrique de la pompe | 92 |
| VII-3-Profil hydraulique | 93 |
| VII-3-1- Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration | 93 |
| VII-3-2- Calculs des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages | 94 |
| Conclusion | 96 |

CHAPITRE VIII : Typologie des problèmes rencontrés et leurs solutions

| | |
|-----------------------------------|----|
| Introduction | 97 |
| VIII-1-Incidents et remèdes | 97 |

Conclusion générale

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau I.01 : Evolution démographique de la population de : Boumerdès, Tidjelabine, Corso | 2 |
| Tableau I.02 : Répartition de la population occupée par branches d'activités (2008)..... | 3 |
| Tableau I.03 : Pluviométrie de la région de Boumerdès (en millimètre) | 5 |
| Tableau II.01 : Les principaux paramètres de pollution d'une eau usée brute | 17 |
| Tableau II.02 : Les normes de rejets | 18 |
| Tableau III.01 : Fiche technique des huit (08) stations de relevage de Boumerdès | 24 |
| Tableau III.02 : Contrôle des eaux épurées | 31 |
| Tableau IV.01 : Etat du réseau d'assainissement | 33 |
| Tableau IV.02 : Niveaux de rejet | 35 |
| Tableau IV.03 : Evolution des charges hydrauliques | 49 |
| Tableau IV.04 : Taux de dilution | 50 |
| Tableau IV.05 : Valeurs moyennes des pourcentages dépassant les concentrations nominales pour les paramètres MES, DBO5et DCO | 51 |
| Tableau IV.06 : Concentrations moyennes d'entrée pour les paramètres MES, DBO5 DCO et NTK | 51 |
| Tableau IV.07 : Charge polluante admise (kg/j) | 51 |
| Tableau IV.08 : pourcentage de réduction de la DB05, la DCO, les MES, et NTK en sortie de la STEP | 52 |
| Tableau IV.09 : Rapport MES/DBO5..... | 55 |
| Tableau IV.10 : Rapport DCO/NTK | 55 |
| Tableau IV.11 : NH4 éliminé en fonction de la charge organique (DCO) | 56 |
| Tableau IV.12 : Concentration en orthophosphates | 57 |
| Tableau IV.13 : Boues produites | 58 |
| Tableau IV.14 : Consommation des produits de traitement et d'électricité | 58 |
| Tableau IV.15 : Kg MS extraites/Kg DBO5 éliminé | 58 |
| Tableau IV.16 : Kg MS extraites/Kg DCO éliminé | 59 |
| Tableau IV.17 : Quantité d'énergie nécessaire pour éliminer 1 kg de DBO5 et 1 kg de DCO..... | 59 |
| Tableau IV.18 : Charges et concentrations de DBO5..... | 59 |
| Tableau IV.19 : Comparatif des résultats d'analyses des métaux lourds des EUE de la STEP et des bassins des deux agriculteurs (2012) par rapport à la norme FAO..... | 60 |
| Tableau IV.20 : Liste des principales unités industrielles de la wilaya de Boumerdès..... | 61 |
| Tableau IV.21 : Statistiques des approvisionnements (année 2011) du secteur agricole de la wilaya de Boumerdès..... | 61 |
| Tableau V.01 : Population branchée à l'horizon de l'étude | 64 |
| Tableau V.02 : Eq/hab restant à traiter par la STEP de Boumerdes existante | 65 |
| Tableau V.03 : Eq/hab à transférer vers la STEP de Boudouaou | 66 |
| Tableau V.04 : Eq/hab restant à traiter par la STEP de Boumerdes existante | 66 |
| Tableau V.05 : Eq/hab à traiter par le module d'extension | 67 |
| Tableau V.06 : Eq/hab restant à traiter par la STEP de Boumerdes existante (à moyen terme)..... | 67 |
| Tableau V.07 : Eq/hab à transférer vers la STEP de Boudouaou (à moyen terme) | 68 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau V.08 : Eq/hab restant à traiter par la STEP de Boumerdes existante (à long terme) | 68 |
| Tableau V.09 : Eq/hab à transférer vers la STEP de Boumerdes projetée (à long terme) | 68 |
| Tableau VI.01 : Données de dimensionnement pour l'horizon 2030 | 71 |
| Tableau VI.02 : Débits moyens | 72 |
| Tableau VI.03 : Débits de pointe par temps sec | 72 |
| Tableau VI.04 : Débits de pointe par temps de pluie | 73 |
| Tableau VI.05 : Evaluation des charges organiques (DBO5, DCO, MES) | 74 |
| Tableau VI.06 : Espacement et épaisseur des barreaux | 75 |
| Tableau VI.07 : Caractéristiques de la grille fine | 75 |
| Tableau VI.08 : Les valeurs de β' | 76 |
| Tableau VI.09 : Comparaison entre bassins existants et calcul pour 108695 Eq.hab | 80 |
| Tableau VI.10 : Caractéristiques des bassins d'aérations | 80 |
| Tableau VI.11 : Caractéristiques du clarificateur | 87 |
| Tableau VI.12 : Résultats de calcul du bassin d'aération et du clarificateur | 87 |
| Tableau VI.13 : Caractéristiques du bassin de désinfection | 89 |
| Tableau VI.14 : Caractéristiques de l'épaississeur | 91 |
| Tableau VII.01 : Dimensions du puisard | 92 |
| Tableau VII.02 : Côtes terrain naturel moyenne d'implantation des différents ouvrages..... | 93 |
| Tableau VII.03 : Longueurs réelles des conduites entre les ouvrages de la STEP | 93 |
| Tableau VII.04 : Récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP | 96 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure I.01 : Population occupées par branche d'activité | 3 |
| Figure I.02 : Communes limitrophes de Boumerdès | 4 |
| Figure I.03 : Localisation de la ville Boumerdès | 4 |
| Figure I.04 : Cadre structural et géologique de la Wilaya de Boumerdès | 6 |
| Figure I.05 : Carte de distribution des effets géologiques du séisme du 21 mai 2003..... | 7 |
| Figure I.06 : Classification sismique des wilayas d'Algérie | 8 |
| Figure III.01 : Localisation de la station d'épuration de Boumerdès | 21 |
| Figure III.02 : Station d'épuration de Boumerdès vue par satellite | 22 |
| Figure III.03 : Plan général du réseau d'assainissement et des stations de pompage | 25 |
| Figure III.04 : Arrivée de l'eau | 26 |
| Figure III.05 : Dégrilleur (20 mm) | 27 |
| Figure III.06 : Dessaleur-déshuileur | 27 |
| Figure III.07 : Pompe à sable | 27 |
| Figure III.08 : Bassin d'aération | 28 |
| Figure III.09 : Aération dans un bassin biologique | 28 |
| Figure III.10 : Décanteur secondaire-Clarificateur | 29 |
| Figure III.11 : Ouvrage de désinfection | 29 |
| Figure III.12 : Déshydratation de la boue | 30 |
| Figure III.13 : Boue déshydratée destinée à la décharge | 30 |
| Figure III.14 : Ouvrages de la STEP de Boumerdès | 31 |
| Figure IV.01 : L'aval de l'oued Tatareg pollué | 33 |
| Figure IV.02 : Coupe schématique de la structure souterraine au niveau de l'Oued Tatareg | 34 |
| Figure IV.03 : Coupe schématique de la structure souterraine au niveau de l'Oued Tatareg | 35 |
| Figure IV.04 : Synoptique filière eau Boumerdès | 37 |
| Figure IV.05 : Synoptique filière Boue Boumerdès | 38 |
| Figure IV.06 : Schéma de la station d'épuration de Boumerdès | 40 |
| Figure IV.07 : Graphique du taux de dilution en entrée de la STEP | 50 |
| Figure IV.08 : Graphique de l'indice de biodégradabilité | 52 |
| Figure IV.09 : Graphique de la concentration en DCO en sortie de station | 53 |
| Figure IV.10 : Graphique du rapport DCO/DBO5 en sortie de station | 54 |
| Figure IV.11 : Graphique de concentrations en MES en sortie de station | 54 |
| Figure IV.12 : Graphique du rapport DCO/DBO5 (eau brute) | 55 |
| Figure IV.13 : Graphique de l'évolution du degré d'ammonisation de l'effluent en entrée de station | 56 |
| Figure IV.14 : Graphique de l'évolution de la concentration de nitrates en sortie de station | 57 |

LISTE DES PLANCHES

Planche N°01 : Système d'assainissement existant de la commune de Boumerdès (W.Boumerdès).

Planche N°02 : Plan de masse de la STEP de Boumerdès.

Planche N°03 : Prétraitement-ensemble et tuyauterie-vue en plan (W.Boumerdès).

Planche N°04 : Bassin d'aération et recirculation de boue ligne 3 (W.Boumerdès).

Planche N°05 : Clarificateur DIA 24m ligne 1 (W.Boumerdès).

Planche N°06 : Epaisseur DIA 13m (W.Boumerdès).

Planche N°07 : Plan de masse de la STEP de Boumerdès avec extension (W.Boumerdès).

Planche N°08 : Profil hydraulique de la station d'épuration de Boumerdès (W.Boumerdès).

NOMENCLATURE

Ab : Age des boues.

a' : Fraction de pollution transformé.

a_m : Coefficient de rendement cellulaire.

a'' : Coefficient global de transfert.

b: fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène.

C : Conductivité.

C_m : Charge massique.

C_v : Charge volumique.

D : Diamètre du bassin.

DBO : Demande biochimique en oxygène.

D_c : Diamètre de la conduite.

DCO : Demande chimique en oxygène.

D_d : Diamètre de décanteur.

D_e : Diamètre de l'épaississeur.

D_x : Masse des boues à extraire.

D_j : Dose journalière de chlore.

d: Espacement des barreau.

e : Epaisseur des barreaux.

EB : Eau Brute.

EH : Equivalent habitant

H : Profondeur du dessableur-déshuileur.

H_b : Hauteur du bassin.

H_d : Hauteur du décanteur.

h_{max} : Hauteur d'eau admissible sur une grille

HMT : Hauteur Manométrique Totale

I_m : Indice de MOHALMAN

K_a : Constante caractérisant le dispositif d'aération.

k: Taux de croissance.

K: Coefficient de colmatage de la grille. K_p : Coefficient de pointe.

L: Largeur du dessableur-déshuileur. L_b : Longueur du bassin.

L_g : Largeur de la grille.

NOMENCLATURE

Le : Charge polluante éliminé.

ll: Largeur du lit.

Lf : Charge polluant à la sortie.

L0 : Charge polluante à l'entrée.

l: Largeur du dessableur-déshuileur.

MES : Matière en suspension.

MMS : Matières minérales en suspension.

MMS_e : Matières minérales éliminées.

MMS_r : Matières minérales restantes.

MVS : Matières volatiles en suspension.

Na : Nombre d'aérateurs.

N0 : Quantité totale d'oxygène transférée.

Ns : Oxygène transféré dans le liquide.

n : Pourcentage d'encrassement.

Pa : Puissance d'aération nécessaire.

Pb : Puissance de brassage.

Q : Débit d'air.

Qa : Quantité annuelle d'hypochlorite.

Qé : Débit entrant dans l'épaississeur.

Qj : Débit d'hypochlorite nécessaire.

Qd : Débit diurne

Qmoyj : Débit moyen journalier.

Qmoyh : Débit moyen horaire.

Qpts : Débit de pointe en temps sec.

Qptp : Débit de pointe en temps de pluie.

Q(O₂) : Quantité d'oxygène nécessaire dans le bassin.

Q(O₂)_h : Quantité d'oxygène horaire.

Q(O₂)_j : Quantité d'oxygène journalière.

Q(O₂)_p : Quantité d'oxygène en cas de pointe. R : Coefficient global de réduction.

Rc : Taux de recirculation des boues. Sh : Surface horizontale.

NOMENCLATURE

T : Température.

Ts: Temps de séjour.

V: Vitesse de l'écoulement.

VB : Volume des boues.

Vb : Volume du bassin.

Vd : Volume du décanteur.

Ve: Vitesse du passage des particules.

X: Masse bactérienne.

Xa: Concentration des boues dans le bassin.

Xdur : Quantité des matières sèches non dégradables.

Xeff : Fuite des MES avec l'effluent.

X min: Quantité des matières minérales éliminées.

Xr : Concentration des boues recyclées.

Xt: Masse des boues dans le bassin.

α : Angle d'inclinaison de la grille.

β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

β_0 : Coefficient de forme.

$\eta_{ép}$: Rendement de l'épuration.

λ : Coefficient de perte de charge.

ΔH : Perte de charge.

De même, nous avons utilisé :

ANRH : Agence Nationale des Ressource Hydraulique.

CGS : Centre National de Recherche Appliqué.

CSEM : Centre Sismologique Euro-Méditerranéen.

NE-SW : Nord Est-Sud Ouest.

ONA : Office National d'Assainissement.

ONM : Office National de Météorologique.

STEP : Station d'Épuration.

Dans la préhistoire, les hommes disposaient leurs campements près de cours d'eau, l'eau leur servant comme boisson, moyen de transport, source d'énergie mais aussi comme moyen d'assainissement. Durant l'Antiquité, les eaux usées des agglomérations sont collectées et évacuées par des égouts. Au Moyen Âge, le développement anarchique des villes rend difficile la mise en place de réseaux d'égouts. Le traitement des eaux usées est historiquement récent et est lié à la croissance démographique importante dans les villes consécutives à la révolution industrielle. La décomposition des matières organiques est étudiée dans les années **1920**, ce qui permet de développer l'épuration biologique.

Dans ce cadre, les efforts d'investissement de notre pays, fournis durant les années 70 ont permis l'émergence de très nombreuses stations d'épuration urbaines et industrielles. Cela démontre le noble objectif poursuivi, à savoir la préservation de la santé publique et du milieu naturel ainsi que la protection des ressources en eau potable tant superficielles que souterraines. Cependant, force est de constater que cet objectif n'a malheureusement pas été atteint. De part, la complexité de la gestion, le manque du personnel qualifié et de la réalité algérienne, la majorité de ces stations sont à l'arrêt ou fonctionnent mal, ce qui conduit à une pollution de plus en plus accrue des cours d'eau et de nappes phréatiques.

Face à cet état de lieux, la réhabilitation de certaines de ces stations s'avère plus qu'indispensable.

Dans la seule wilaya de Boumerdès, **4 004 316 m³** d'eaux dépolluées sont produites annuellement par les trois stations d'épuration des eaux usées (Boumerdès, Zemmouri et Thenia). Actuellement, seulement **448 094 m³** (8,93%) prélevés uniquement de la station de la ville de l'ex-Rocher-Noir (Boumerdès) sont utilisés par l'agriculture. Cependant, des anomalies ont été observées au niveau de cette même station d'épuration réalisée en **2001** pour une capacité de traitement de **75000** équivalents habitant.

Ainsi, l'étude visera à identifier et recenser ses différents dysfonctionnements, évaluer les performances réelles des installations et à proposer des solutions pour pallier aux problèmes de traitement des eaux usées.

Pour ce faire, nous avons structuré notre travail comme suit :

- Dans le premier chapitre, on s'intéressera aux paramètres de pollution des eaux et leurs incidences sur l'environnement.
- Dans le second et troisième chapitre, il sera question de traiter de la localisation de notre zone d'étude, de ses caractéristiques aussi bien physiques (hydrologie, climat) que humaines (démographie,...), ainsi que la description de la station d'épuration et son état actuel.
- Le quatrième chapitre consistera dans un premier temps à dresser un état des lieux des ouvrages puis à suivre le fonctionnement des différentes étapes des filières eau et boue, dans un deuxième temps à optimiser et proposer des améliorations pour le bon fonctionnement de la station d'épuration.
- Le cinquième chapitre portera sur l'étude des solutions et variantes en vue de satisfaire les exigences de traitement des eaux usées.
- Le sixième chapitre portera sur l'extension de la station d'épuration.

Le calcul hydraulique relatif à cette station est développé dans le septième chapitre et le huitième chapitre comportera une typologie des problèmes rencontrés dans une station d'épuration. Enfin nous terminons par une conclusion générale qui permettra de clore notre travail.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION

Avant tout projet de réhabilitation d'une station d'épuration, une étude du site s'impose afin de faire une synthèse des différentes caractéristiques, ainsi que des facteurs qui auront une influence directe ou indirecte sur la conception du projet.

Dans ce chapitre on s'intéressera à la présentation générale de l'agglomération du point de vue démographique, géographique, climatologique, géologique, hydrologique et sismique.

II-1- DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

Boumerdès (anciennement *Rocher Noir* avant 1962), est une commune de la wilaya de Boumerdès, dont elle est le chef-lieu, située à 45 km à l'Est d'Alger et à 65 km au Nord-Ouest de Tizi-Ouzou.

Dans son organisation spatiale, la commune de Boumerdès regroupe trois (03) agglomérations principales :

- L'agglomération chef-lieu à l'ouest.
- L'agglomération du Figuier (El Karma) localisée à l'est du chef-lieu.
- Les zones éparses, englobant Boukheroucha et le sahel de Boumerdès.

Elle présente d'importantes potentialités agricoles du fait qu'elle recouvre l'extrémité orientale de la Mitidja.

II-2- DONNEES GENERALES SUR BOUMERDES

II-2-1- SITUATION DEMOGRAPHIQUE

L'estimation de la population pour un horizon donné est un facteur important pour connaître la quantité d'eau usée à traiter ainsi avoir un dimensionnement de la station d'épuration qui répond aux besoins de la population.

L'évolution démographique en Algérie suit la loi des accroissements géométriques donnés par la relation :

$$P_N = P_0 (1+T)^N \dots\dots\dots (II.01)$$

Avec :

- ✓ P_N : population future.
- ✓ P_0 : population de l'année de référence (2011) = 88506 habitants.
- ✓ T : taux d'accroissement.
- ✓ N : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Le taux d'accroissement de la population de ville de Boumerdès est estimé par les autorités communales de la ville à **3.34%**. Le tableau I.01 qui suit donne l'évolution démographique pour les trois (03) communes ; Boumerdès, Tidjelabine, Corso.

Tableau I.01 : Evolution démographique de la population de : Boumerdès, Tidjelabine, Corso.

| Horizon | 2011 | 2020 | 2030 | 2040 |
|--|-------|--------|--------|--------|
| Population totales des trois communes | 88506 | 118957 | 165225 | 229488 |

Source : P.D.A.U de Boumerdès

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II-2-2- SITUATION ECONOMIQUE

L'observation de la situation économique se basera sur la répartition de la population occupée par branches d'activités représentée sur le tableau ci-dessous.

Tableau I.02 : Répartition de la population occupée par branches d'activités (2008).

| Secteur | Agriculture | B.T.P.H | Industrie | Service | Administration et autres | Total |
|---------------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------|
| Nombre de personnes | 325 | 842 | 2261 | 5155 | 6895 | 15478 |
| % | 2 | 5 | 15 | 33 | 45 | 100 |

Source D.F.P.

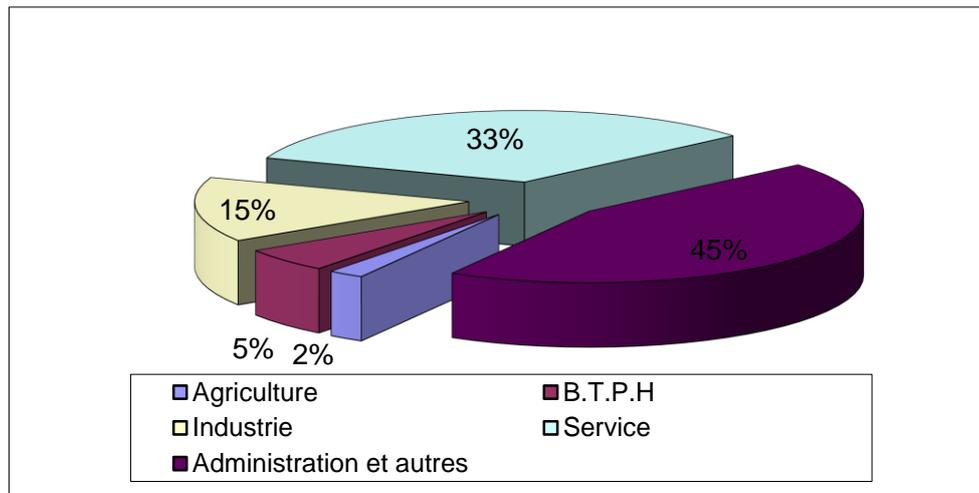


Figure I.01 : Population occupées par branche d'activité.

Le tableau ci-dessus montre que la majorité des occupés, soit 45% de la commune de Boumerdès exercent dans le secteur de l'administration, tendance observée généralement au chef-lieu de wilaya, vu la concentration des équipements administratifs.

Les services quant à eux, occupent la seconde place en employant 33% de la population occupée.

Concernant l'industrie, elle occupe 15% de la population, ces derniers travaillent pour la plupart dans les zones industrielles à l'ouest de la wilaya.

II-2-3- SITUATION GEOGRAPHIQUE

Boumerdès est une ville située au bord de la mer Méditerranée, elle s'étend sur une plaine entre l'oued Corso à l'Ouest et l'oued Boumerdès à l'Est. À l'extrémité Est de la commune descend un versant du djebel Bou Arous.

- **Coordonnées :** 36° 46' 00" Nord
3° 28' 00" Est
- **Superficie :** 2040 ha

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- **Situation**

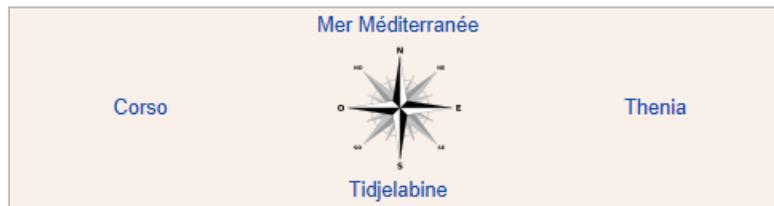


Figure I.02 : Communes limitrophes de Boumerdès.

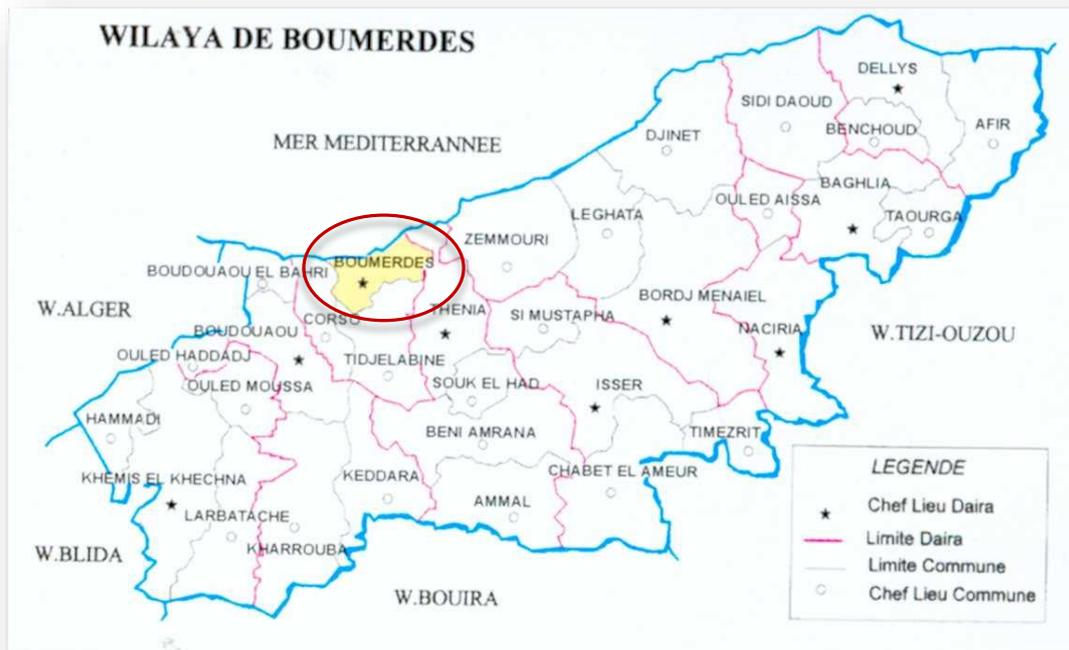


Figure I.03 : Localisation de la ville de Boumerdès.

II-2-4- RELIEF ET MORPHOLOGIE

Le relief de la Wilaya se particularise par la juxtaposition d'ensembles physiques bien différenciés :

- une partie de la plaine de la Mitidja orientale ;
- la zone des côtières d'Alger-Est et les vallées des oueds Isser et Sebaou ;
- la zone des collines de la chaîne côtière ;
- la zone des piedmonts ;
- la zone montagneuse.

Il s'agit d'une topographie de plaines et de vallées au Nord, de collines et de plateaux dans sa partie centrale et de montagnes au Sud.

II-2-5- HYDROLOGIE

Le réseau hydrographique de la commune de Boumerdès est très dense, nous relevons deux oued principaux : Oued Boumerdès et Oued Corso qui déversent directement dans la mer.

Ces deux oueds présentent de nombreuses ramifications dont les plus importantes sont : oued Tatareg, oued Saf-saf, oued Bou-rhéa.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II-2-6- SITUATION CLIMATIQUE

Au même titre que l'ensemble de la cote Algérienne, Boumerdès jouit d'un climat méditerranéen, humide en hiver, chaud et sec en été. Mais sa proximité de la mer adoucit la température en hiver et la rafraîchit en été.

II-2-6-1 Pluviométrie

La pluviométrie est irrégulière et varie entre 500 et 700 mm/an. Elle est caractérisée par un déséquilibre entre 6 mois pluvieux (d'octobre à mars) avec un maximum au mois de décembre, par contre la période estivale (d'avril à septembre) est la plus sèche avec de rares pluies.

Tableau I.03 : Pluviométrie de la région de Boumerdès (en millimètre).

| Années | Sept | Oct | Nov | Dec | Janv | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Août | Annuel |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
| 1986 | 17,4 | 58,4 | 72,7 | 203,8 | 84,5 | 148 | 18,5 | 1,7 | 11,8 | 28,7 | 0 | 0 | 645,5 |
| 1987 | 0 | 35,4 | 106,7 | 71,5 | 36,3 | 39,9 | 47,8 | 32,8 | 23,5 | 40,4 | 0 | 0 | 434,3 |
| 1988 | 40,2 | 2,9 | 83,3 | 183,2 | 51,4 | 22,5 | 30 | 82,2 | 10,2 | 5,6 | 0 | 5,1 | 516,6 |
| 1989 | 22,4 | 44,4 | 30,2 | 44,6 | 101,2 | 0 | 34,9 | 91,9 | 40,6 | 3,6 | 0 | 0 | 413,8 |
| 1990 | 19,2 | 61,4 | 40,9 | 123,8 | 95,7 | 110,3 | 47,8 | 35,9 | 31,4 | 0 | 0 | 0 | 566,4 |
| 1993 | 19,4 | 39,9 | 91,5 | 201,4 | | | 0,4 | 53,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 405,6 |
| 1994 | 0 | 67,3 | 52,2 | 94,7 | 124,7 | 49 | 94,9 | 27,6 | 0 | 18,8 | 0 | 18 | 547,2 |
| 1995 | 16,3 | 50 | 25,3 | 34,7 | 84,3 | 157,9 | 47,8 | 148,2 | 33 | 32 | 4,2 | 1,2 | 634,9 |
| 1996 | 16,5 | 71,5 | 30 | 21,6 | 20,2 | 18,7 | 8,5 | 85,9 | 19 | 6,6 | 1,8 | 2,2 | 302,5 |
| 1997 | 31,9 | 76,4 | 119,7 | 102,6 | 34,4 | 70,3 | 43 | 57,8 | 165,5 | 0 | 0 | 0 | 701,6 |
| 1998 | 27,2 | 68,5 | 119,6 | 65,5 | 118,7 | 120,5 | 71,3 | 24,3 | 1,8 | 3,6 | 0 | 4,2 | 625,2 |
| 1999 | 17,1 | 28,5 | 207,4 | 184,3 | 9,1 | 1,8 | 21,1 | 12,3 | 70,7 | 0 | 0,8 | 0 | 553,1 |
| 2000 | 9,5 | 48,6 | 89,5 | 57,6 | 146,2 | 58,3 | 0 | 33,3 | 19,4 | 0 | 0 | 0 | 462,4 |
| 2001 | 21,9 | 12 | 68,5 | 65 | 64,6 | 4,7 | 31,2 | 19,4 | 18,1 | 0 | 0 | 15,3 | 320,7 |
| 2002 | 25,7 | 72,2 | 232,3 | 173,2 | 226,9 | 113,8 | 28,1 | 112,5 | 19,5 | 0 | 0 | 0,8 | 1005 |
| 2003 | 31,2 | 43,4 | 44,6 | 99,5 | 102 | 44,7 | 75,2 | 62,2 | 177,1 | 0,2 | 27,3 | 0 | 707,4 |
| 2004 | 10,6 | 51,1 | 86,9 | 101,3 | 116,5 | 101,9 | 47,8 | 21,9 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 539,6 |
| 2005 | 51,3 | 57,1 | 83,4 | 95,1 | 141,4 | 119,1 | 28,8 | 2,8 | 165,4 | 0 | 0 | 4,8 | 749,2 |
| 2006 | 23,8 | 12,8 | 9,3 | 323,9 | 9,9 | 52,2 | 151,5 | 109,2 | 24,8 | 11,6 | 0 | 1,9 | 730,9 |
| 2007 | 52,2 | 101,9 | 116,4 | 100,5 | 11,9 | 18,8 | 99,2 | 21,2 | 93,7 | 4,1 | 6,5 | 0 | 626,4 |
| 2010 | 74,4 | 183,1 | 169,5 | 70,4 | 84,1 | 111,8 | 56,9 | 113,1 | 121,8 | 20,2 | 2 | 0 | 1007,3 |
| 2011 | 17,1 | 57,2 | 198,1 | 103,4 | 37,2 | 306,8 | 69,3 | 192,1 | 30,7 | 0 | 0 | 19,1 | 1031 |

Source : ANRH

Code de la station : 020647

Nom de la station : BOUMERDES

X : 569.15

Y : 384.4

Z : 50

II-2-6-2 Température

Après la pluviométrie, le second facteur important qui conditionne la climatologie d'une région, c'est évidemment la température atmosphérique.

La région de Boumerdès est caractérisée par un climat méditerranéen à deux saisons :

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Un été sec et chaud et un hiver avec généralement des précipitations courtes et violentes [14]. Avec une saison relativement froide de Décembre à Mars, la température moyenne est de 12°C et la saison chaude d'Avril à Novembre avec des maxima de 33 à 38°C [6].

II-2-6-3 Vent

Parmi les différents facteurs responsables de la dispersion des matières en suspension et de la contamination des mers, le vent occupe la place principale. Une étude statistique de l'US Naval Weather Service [6] implanté au large d'Alger (station d'observation : 37°4'lat.N 3°9'long.E) a mis en évidence que les vents dominants sont ceux de l'Ouest et du Nord-Ouest avec une prédominance aux mois de novembre à avril, par contre les vents Est et Nord-Est prédominent en été avec des brises de mer.

Les vents du Nord sont plus fréquents et soufflent pendant toute l'année. Le siroco, vent du Sud chaud et sec de direction Sud-Est et Sud-Ouest souffle avec une faible intensité avec une moyenne annuelle de 20 jours/ an [4].

II-2-7- GEOLOGIE

La commune de Boumerdès est dans sa grande partie construite sur des formations quaternaires de 10 à 30 m d'épaisseur de nature essentiellement sablo-limoneuse, reposant sur les marnes bleues du plaisancien qui affleurent par endroits. La grande partie de la zone urbaine (les deux plateaux, oued Corso, oued Tatareg et oued Boumerdès) repose sur les sables rouges villafranchiens surmontant le substratum marneux avec une morphologie subhorizontale légèrement inclinée vers le nord [19].

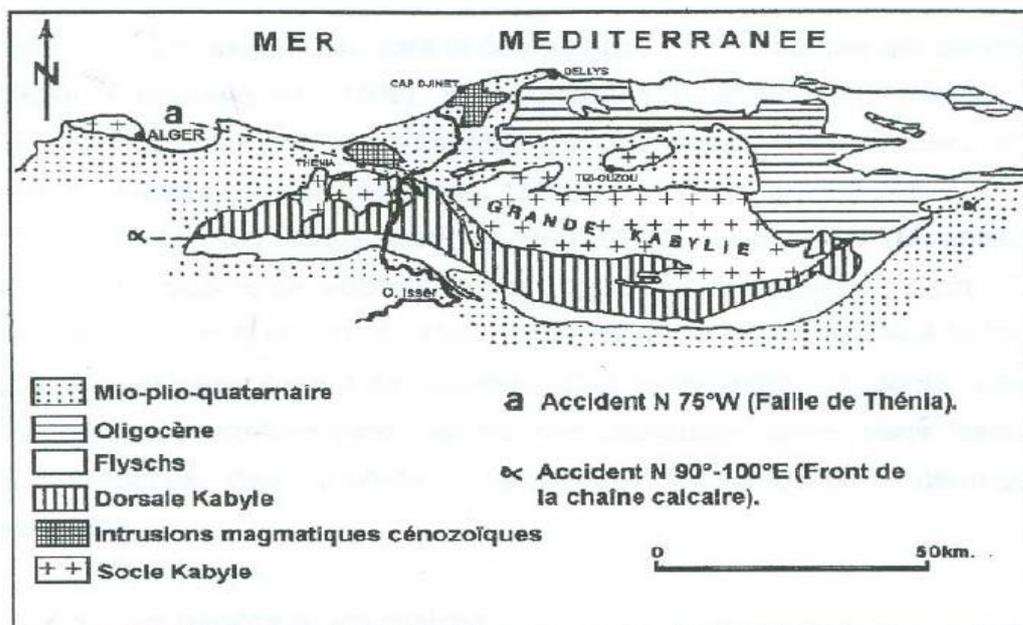


Figure I.04 : Cadre structural et géologique de la Wilaya de Boumerdès.

II-2-8- CLASSIFICATIONS DES TERRAINS SOUMIS A DES CONTRAINTES NATURELLES :

Les terres de Boumerdès sont exposées aux :

- Risque de glissement : il touche principalement les terres en pente.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

-Risque d'inondation : qui touche les terrains plats à proximité des oueds : oued Boumerdès, oued Corso, oued Tatareg. Ainsi que les zones dont le réseau hydrologique est important, principalement du côté du Figuier.

-Risque de gonflement : un danger auquel sont exposés les terrains en cas de présence des marnes et des argiles découlant de leurs altérations.

II-2-9- PEDOLOGIE :

Du point de vue pédologique, la Wilaya dispose d'un potentiel en sols d'une grande valeur agronomique dont l'essentiel se trouve dans la vallée du bas Isser, la plaine du Sebaou et de la Mitidja. Ils se caractérisent par une texture fine et par leur aptitude à la pratique d'une agriculture intensive.

II-2-10- SISMICITE

Cette région est caractérisée par une sismicité importante, récemment le séisme de Boumerdès (21mai 2003) a pu mettre en évidence 3 paramètres importants :

- L'activité de la faille marine de Zemmouri (de longueur de près de 50 km) localisée entre Dellys et Boudouaou el Bahri et de direction NE-SW.
- Le soulèvement tectonique ayant affecté la zone côtière.
- Le niveau de sismicité de la région marine Algérienne peut parfois être important.

Les séismes modérés à faibles de la région de Boumerdès étaient surtout dus à l'activité sismique de la faille de Thénia (Glangeaud et Al. 1952) et à des degrés moindres à l'anticlinal récent du Sahel d'Alger [12].

Vu la sismicité élevée de la région de Boumerdès, celle-ci a été reclassée dans le nouveau zonage sismique en zone III selon le RPA (complément 2003).

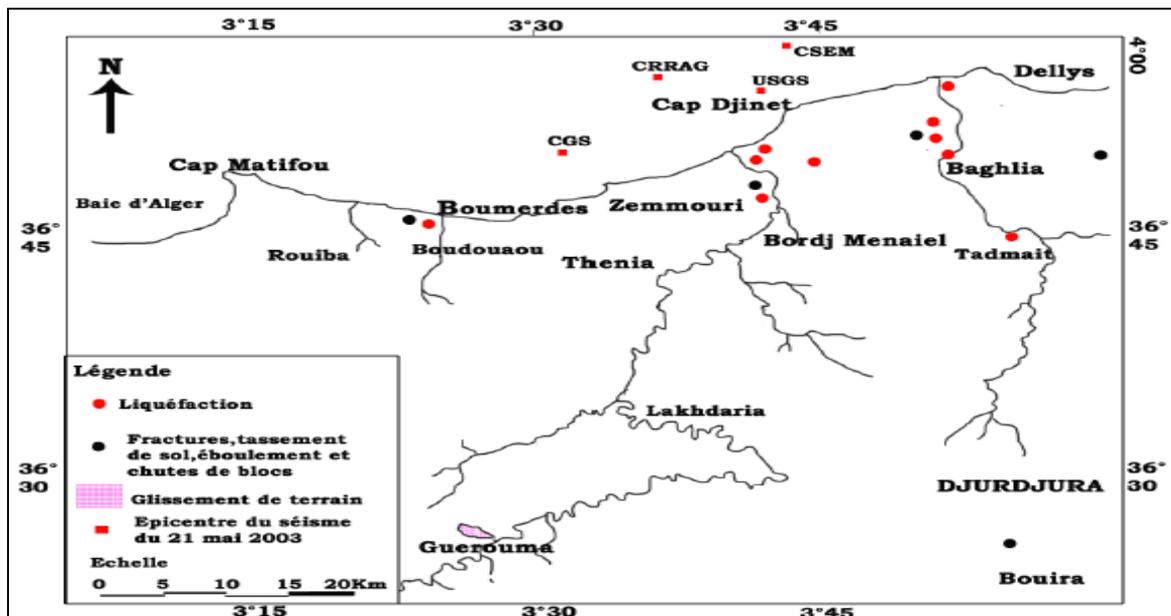


Figure I.05 : Carte de distribution des effets géologiques induits par le séisme du 21 mai 2003 (Machane et Al, 2004).

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

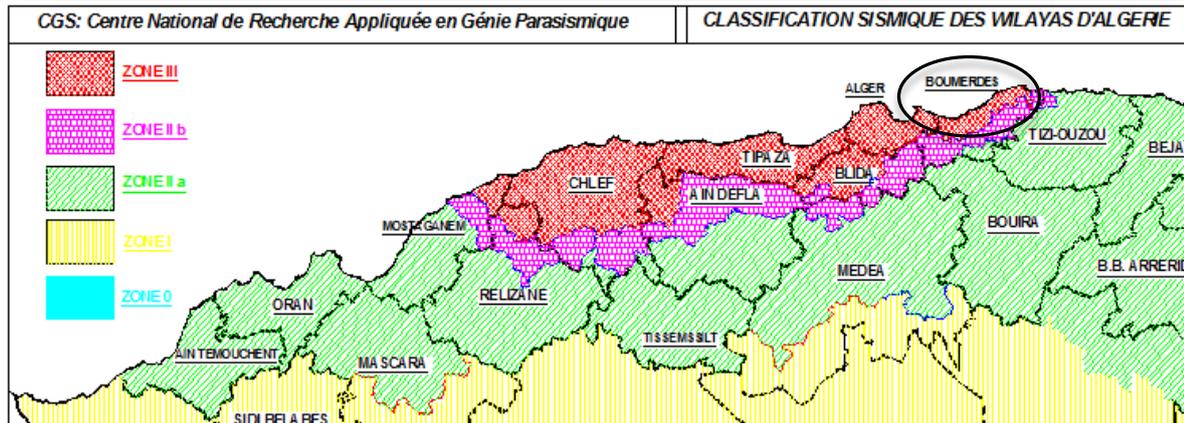


Figure I.06 : Classification sismique des wilayas d'Algérie.

CONCLUSION

La description de la région : particularité géographique, cadre géologique, propriétés climatiques,... nous a permis d'avoir un aperçu général sur notre zone d'étude, ceci permettra de définir un plan d'intervention conséquent et adéquat à la problématique qui fait l'objet de notre étude.

Chapitre II

*PRINCIPAUX PARAMETRES DE
CARACTERISATION DE LA POLLUTION
DES EAUX ET LEURS INCIDENCES SUR
L'ENVIRONNEMENT*

INTRODUCTION

La pollution des eaux est une notion qui est en constante évolution. Dans le passé, la pollution concernait des substances ajoutées volontairement ou involontairement dans les eaux par l'homme. On ne pouvait donc pas considérer, par exemple, qu'une eau naturellement riche en arsenic était une eau polluée. Aujourd'hui, cette notion évolue et une nouvelle définition de la pollution des eaux serait plutôt : toute substance qui interdit un usage de l'eau peut être considérée pour cet usage précis comme une pollution. En ce qui concerne l'eau destinée à la consommation humaine, une eau naturellement riche en arsenic devient donc une eau polluée. Dans ce chapitre nous présenterons les différentes origines et paramètres caractérisant les eaux usées.

I-1- DEFINITION D'UNE EAU USEE

Une eau usée appelée encore eau résiduaire est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines ».

I-2- ORIGINES DES EAUX USEES

Les eaux usées proviennent essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations et infiltrations ; ces catégories d'eaux usées sont communément appelées respectivement eaux domestiques, déchets industriels, eaux pluviales et eaux parasites.

I-2-1 Eaux domestiques

Elles proviennent des habitations, issues des différents usages domestiques de l'eau, véhiculées par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique, sels minéraux (azote, phosphore), détergents et germes fécaux.

Elles se répartissent en :

- eaux de vannes d'évacuation des toilettes ;
- eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bain ;
- eaux usées de lavages.

I-2-2 Eaux d'origine industrielles

Les eaux usées industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles peuvent contenir des substances organiques ou minérales corrosives. Les substances sont souvent odorantes, et colorées, et parfois toxiques et peuvent déstabiliser l'équilibre écologique des milieux récepteurs.

Les eaux évacuées par les industries sont :

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

Elles peuvent contenir :

- ✓ Des matières organiques et graisses (industries agro-alimentaires) ;
- ✓ Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques) ;

- ✓ Hydrocarbures (raffineries) ;
- ✓ Métaux (traitement de surface, métallurgique).
- ✓ Eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- ✓ Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Les usages industriels ont le choix entre trois possibilités :

- Déverser leurs effluents directement dans le réseau d'égouts si l'autorisation leur est donnée par la commune ;
- Traiter entièrement leurs effluents avant de les rejeter directement dans le milieu naturel récepteur ;
- Effectuer un prétraitement en usine avant le rejet dans le réseau d'égouts.

I-2-3 Eaux de ruissellement

Elles englobent essentiellement les eaux issues de précipitation (pluie, fonte de neige) ou de ruissellement urbain (lavage des chaussées, des marchés et des rues).

Les eaux pluviales constituent la cause de pollutions importantes des cours d'eau notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huile de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). La pollution entraînée est maximale au début de la précipitation et elle décroît fortement en cas de pluie persistante.

I-2-4 Eaux du service public

Ce sont les eaux de lavage (marché, rues) des espaces publiques qui sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire ; elles sont évacuées avec les eaux usées domestiques.

Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

I-2-5 Eaux parasites

Elles proviennent des remontées des nappes sous-terraines ou des fuites des conduites d'alimentation en eau potable(AEP) ; ces eaux s'infiltrent dans les collecteurs et se mélangent aux eaux usées et les diluent, ce qui influe par la suite sur le fonctionnement de la station d'épuration.

I-2-6 Effluents agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail).

I-3- POLLUTION DE L'EAU

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de cette eau, provoquée par le rejet de substances indésirables qui perturbent les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique, et induisent d'importantes nuisances : mauvaises odeurs, fermentations, inconforts divers, et des risques sanitaires qui se répercutent, à court terme, sur notre organisme, à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons.

I-3-1 Evaluation de la pollution

La composition des eaux usées est fonction de nombreux paramètres :

- ✓ Des Propriétés physico-chimiques de l'eau potable distribuée,
- ✓ Du mode de vie des usagers ;
- ✓ De l'importance et du type des rejets industriels.

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

a) Pollution organique :

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

➤ **origine urbaine :**

- Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivants de nature protéique tels que les animaux, les plantes, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés.
- Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques tels que les graisses animales, et les huiles végétales. Leur décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération de CO₂ et H₂O et en anaérobiose, de Co₂ et CH₄ ;
- Les glucides : il s'agit des sucres alimentaires (saccharose), et de glucose.

➤ **Origine industrielle :**

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

b) Pollution minérale :

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

c) Pollution microbiologique :

Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants, dont des germes pathogènes souvent fécales.

On les trouve dans les effluents hospitaliers, de lavage de linges et de matériels souillés, ou encore dans le déversement de nombreuses industries agro-alimentaires (abattoirs, élevage agricoles,.....).

d) Métaux lourds :

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

I-3-2 Paramètres de caractérisation de la pollution des eaux

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser. Généralement exprimés en mg/L, Il existe une grande variété

de paramètres indicateurs de pollution de l'eau. Il faut noter que ces paramètres peuvent être physiques, chimiques ou biologiques.

1) Matières en suspension (MES) :

C'est la fraction non dissoute de la pollution. Les arrêtés ministériels de 1994 et 1995 relatifs aux conditions de détermination de la qualité minimale d'un rejet d'effluents urbains précisent : « Les matières en suspension, et particulièrement la fraction décantable de celles-ci, peuvent constituer, à l'aval du rejet, des dépôts qui empêchent la vie d'une faune et d'une flore benthiques normales et qui dégradent la qualité de l'eau sous-jacente par le produit des fermentations. Les MES contribuent aussi à déséquilibrer le milieu aquatique en accroissant la turbidité et peuvent avoir un effet néfaste direct sur l'appareil respiratoire des poissons. »

2) Demande biologique en oxygène (DBO5) :

La DBO ou demande biochimique en oxygène à 5 jours est la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu.

Ce paramètre est utilisable soit pour quantifier la charge polluante organique de l'eau, soit pour évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel (toute matière organique biodégradable rejetée va entraîner une consommation d'oxygène au cours des procédés d'autoépuration), soit pour évaluer l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet par un procédé biologique. Les valeurs de DBO mesurées dans l'industrie peuvent être très faibles pour des eaux résiduelles peu biodégradables et aller jusqu'à plusieurs grammes par litre dans des secteurs comme l'agro-alimentaire.

3) Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO ou demande chimique en oxygène représente tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables (sulfures, sels de métaux,...) et la majeure partie des composés organiques, biodégradables ou non. Elle nous renseigne de cette manière sur la charge organique totale des eaux.

Le rapport entre ces deux paramètres (DBO et DCO) peut donner une idée de la biodégradabilité de l'effluent. La circulaire déjà citée rappelle :

« La DBO et la DCO sont deux moyens d'apprécier la teneur en matières organiques oxydables. La dégradation de celles-ci dans le milieu naturel s'accompagne d'une consommation d'oxygène et peut entraîner un abaissement excessif de la concentration d'oxygène dissous. »

4) Azote globale :

L'azote global est la somme des différentes formes de l'azote :

- 1) les formes réduites (ou NTK) qui sont l'azote organique (protéines, polypeptides, acides aminés, urée, hydrazine, etc...) et l'azote ammoniacal.
- 2) les formes oxydées qui sont l'azote nitreux et l'azote nitrique.

Les nitrates en eux-mêmes semblent peu toxiques vis-à-vis de la faune aquatique. L'azote des nitrates avec, dans une moindre mesure, celui des nitrites et de l'ammoniac, est l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux, dans lesquels il est métabolisé pour fournir essentiellement des protéines, des acides nucléiques et les polymères des parois cellulaires. Les nitrates constituent un facteur d'eutrophisation mais, pratiquement, on estime qu'ils n'induisent

pas de développement d'algues gênantes en dessous d'une teneur de 2 à 5 mg/l dans le milieu récepteur.

Les nitrites peuvent être très présents dans l'eau sous forme non ionisée d'acide nitreux ou ionisée. La première forme, qui apparaît dans certaines conditions de température et de pH, est la plus toxique pour les organismes vivants : l'azote nitreux intervient dans le phénomène de méthémoglobinémie et dans la production soupçonnée de nitrosamines. Dans le milieu naturel, sa toxicité se manifeste à faible dose.

L'azote ammoniacal se trouve dans les eaux sous forme ionisée, peu néfaste vis-à-vis de la faune aquatique, ou sous forme hydratée qui, en revanche, peut entraîner de graves conséquences sur les milieux récepteurs du fait de sa toxicité. L'ammoniaque provoque, même à de faibles concentrations, des lésions branchiales qui limitent les échanges entre le sang et le milieu extérieur.

5) Phosphore total :

Les eaux résiduaires industrielles peuvent éventuellement comporter des teneurs non négligeables en phosphore, comme par exemple, dans le cas de certaines industries agro-alimentaires et chimiques.

Pour les eaux douces, le phosphore est généralement considéré comme le facteur limitant sur lequel il est possible d'agir efficacement pour combattre l'eutrophisation, tandis que l'azote serait limitant pour l'eutrophisation des eaux marines.

6) PH

Les eaux superficielles constituent un système physico-chimique complexe tamponné par les divers équilibres entre les espèces moléculaires ou ionisées présentes, dont les équilibres carboniques.

Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi-normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis.

7) Température :

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces, aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières. La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température. A contrario, des augmentations de température peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces, mais également de favoriser le développement d'autres espèces en entraînant ainsi un déséquilibre écologique.

8) Hydrocarbures :

La demande en oxygène des hydrocarbures est très importante et le problème posé par ce type de polluant est lié à sa grande stabilité.

Les hydrocarbures se dissolvent peu et se présentent généralement sous forme d'émulsion ou de surnageant, contribuant ainsi à la modification des échanges gazeux avec l'atmosphère : ce phénomène prend une importance particulière dans les zones calmes, où le film peut s'étendre sur une grande surface et modifier notablement la tension superficielle de l'eau. Parallèlement,

ce film influe directement sur les réactions photosynthétiques, ce qui a pour conséquence de freiner une source importante de production d'oxygène au milieu.

Enfin, on retiendra que les effets de toxicité des hydrocarbures, outre leur origine intrinsèque, sont souvent en grande partie liés aux additifs qui y ont été incorporés au stade de leur fabrication industrielle (phénols, amines aromatiques,...).

9) Cadmium :

Le Cadmium est principalement un sous-produit de la métallurgie du zinc (l'élaboration de chaque tonne de zinc produit en moyenne 3 kilogrammes de cadmium), ainsi qu'un résidu des activités de métallisation, de fabrication d'accumulateurs cadmium-nickel, d'alliages métalliques divers, et de fabrication d'acide phosphorique et d'engrais phosphatés (phosphogypse).

Les divers composés du cadmium présentent des effets toxiques très variables selon leur solubilité et, donc, leur facilité d'assimilation par l'organisme. Ainsi, le chlorure de cadmium, soluble, apparaît plus toxique que le sulfure de cadmium très insoluble.

La toxicité du cadmium vis-à-vis du poisson est assez mal connue. Les effets observés au cours des tests dépendent fréquemment de l'animal testé, de son âge, de la composition de l'eau, et de la température.

Chez l'Homme, le cadmium est surtout toxique par inhalation ou, plus rarement, par voie digestive. Le principal danger du cadmium réside dans son effet cumulatif.

10) Mercure :

Le Mercure, en raison de propriétés physiques et chimiques très particulières, est un métal qui est utilisé dans de nombreuses industries (industrie nucléaire, industrie du gallium, industrie pharmaceutique, tanneries, fabrication d'instruments de mesure, de piles, de tubes fluorescents, d'amalgames dentaires, de la soude, du chlore et de l'eau de Javel par électrolyse, ...).

Les composés mercuriels sont rejetés dans l'environnement sous forme de mercure inorganique ou organique. Tous les composés mercuriels sont, dans une certaine mesure, toxiques.

Chez l'homme, le mercure diffuse très rapidement à travers la paroi alvéolaire des poumons sous sa forme élémentaire ou sous forme de méthylmercure, mais peut également pénétrer dans l'organisme par voie intestinale, notamment par consommation de produits contaminés (sels mercuriels, dérivés organiques), ou par voie cutanée (organo-mercuriels).

11) Arsenic :

L'Arsenic est un métalloïde utilisé en métallurgie, dans la fabrication du verre et de la céramique, dans les tanneries, dans la teinturerie et dans l'industrie chimique. Son utilisation principale est la fabrication des pesticides et la protection du bois. Il est également un sous-produit de l'exploitation de certains minerais de métaux (pyrites de fer, minerais sulfureux de cuivre, argent, or, plomb, ...).

L'arsenic est connu pour être particulièrement toxique pour l'homme (l'ingestion de 100 à 150 mg/l est suffisante pour provoquer un empoisonnement grave). En outre, il a un effet cumulatif

dans le corps humain et sa vitesse de disparition lente peut conduire à des conséquences graves sur la santé après absorption répétée de doses faibles.

12) Plomb :

Le Plomb se distingue par une série de propriétés originales qui déterminent des emplois spécifiques, à savoir, en particulier, une inertie chimique face aux acides, une forte densité, un faible point de fusion, et une ductilité élevée.

Les principaux secteurs industriels concernés, outre l'industrie de l'extraction et du traitement des minerais, sont le génie chimique avec, notamment, la fabrication du plomb tétraéthyle (carburants au plomb), la cristallerie, la fabrication d'accumulateurs, de câbles, de tôles plombées, de stabilisants, d'explosifs, de colorant (minium, céruse, jaune de chrome, ...). Le plomb ne reste généralement pas très longtemps en solution dans les eaux du milieu naturel car, à l'exception de certains sels très solubles comme les acétates et les chlorures, il est insoluble sous forme de carbonate et d'hydroxyde ou très peu soluble sous forme de sulfates. Chez l'homme, les deux grandes voies d'assimilation du plomb sont les voies digestive et pulmonaire. La manifestation du saturnisme est conditionnée par la longue rétention du plomb dans l'organisme, ce qui en fait un poison typiquement cumulatif.

12) Cuivre :

Le Cuivre est utilisé dans le domaine de la métallurgie, dans l'industrie électrique, le textile, les tanneries, l'industrie photographique, le traitement de surfaces, la fabrication des insecticides, etc.

La toxicité du cuivre varie en fonction des espèces et des caractéristiques physico-chimiques de l'eau ; elle dépend en particulier de la température, de la concentration en oxygène dissous, de la dureté et de la quantité de dioxyde de carbone libre.

La présence de phosphates et de magnésium semble jouer un rôle dans la toxicité des sels de cuivre. Par ailleurs, des effets synergiques ont été notés en présence de chlore libre, de zinc, de cadmium ou de mercure. Le cuivre n'a pas d'effet cumulatif chez l'homme et les intoxications sont exceptionnelles.

13) Zinc :

Le Zinc sous forme de métal est utilisé dans des domaines industriels aussi divers que la galvanisation, la fabrication d'alliages (notamment les laitons), les déplacements de métaux précieux, l'imprimerie, la teinturerie, etc. Sous forme de sels, il intervient dans la fabrication de pigments en peinture, de caoutchouc, de piles, d'insecticides, dans l'industrie du traitement de surfaces et l'industrie pharmaceutique, ...

Les sels tels que les chlorures et les sulfates sont extrêmement solubles et il y a donc des risques importants de les retrouver partiellement dans le milieu naturel. En revanche, les carbonates, les oxydes et les sulfures sont insolubles et il est donc facile de les éliminer lors de l'épuration des eaux résiduaires.

Vis-à-vis des poissons et des autres organismes aquatiques, le zinc présente une toxicité variable selon la dureté de l'eau.

L'effet toxique n'est en général pas immédiat et un poisson soumis à une pollution accidentelle par le zinc peut ne mourir que quelques jours après.

14) Chrome :

Le Chrome provient habituellement du rejet des eaux usées industrielles. A l'état pur, il est assez peu employé dans l'industrie, mise à part la fabrication des aciers spéciaux. Ses dérivés sont en revanche très employés.

Les sels de chrome (VI) sont utilisés dans le traitement des métaux (galvanoplastie et anodisation de l'aluminium), papeterie, peinture, teinturerie, en industrie de la céramique et des explosifs. Les sels de chrome (III) sont essentiellement employés en teinturerie, en tannerie, en industrie du verre et de la céramique, ainsi que dans le domaine de la photographie. Les problèmes liés à la nuisance et à la tolérance des sels de chrome sont assez complexes et font l'objet de controverses. Historiquement, le chrome sous sa forme hexavalente a été considéré comme très toxique et les législations ont généralement imposé des valeurs limites de rejet sévères. Le chrome (VI) est très mobile dans les organismes vivants, où il peut inhiber la chaîne des réactions de la respiration, ou encore jouer le rôle d'agent mutagène en modifiant la structure des bases d'ADN.

15) Cyanures :

Les Cyanures sont analytiquement absents dans les eaux naturelles. Leur présence est liée aux rejets d'activités industrielles spécifiques (hauts fourneaux, traitements de surfaces, pétrochimie, ...).

Bien que la toxicité soit généralement exprimée sous forme d'ions cyanures, il est reconnu que la forme la plus toxique est la forme non dissociée (HCN). En pratique donc, l'effet toxique est peu marqué au-delà de pH 10, mais devient très important en deçà de pH 8 (c'est-à-dire dans le domaine habituel de pH des eaux superficielles). La toxicité devient également marquée lorsque la température croît ou lorsque la teneur en oxygène dissous du milieu diminue.

16) Fluorures :

Comme la plupart des métalloïdes, le fluor n'est jamais rencontré sous sa forme moléculaire libre. Il apparaît comme constituant du spath-fluor, du fluorure de calcium, de la cryolite, des fluorures de sodium et d'aluminium, et de diverses roches sédimentaires.

Les fluorures ne se trouvent généralement pas d'une façon naturelle en quantité dangereuse dans les eaux superficielles.

Les sources industrielles de pollution par le fluor comprennent les activités de fabrication de fluor et de sels de fluor, de cryolite artificielle, d'aluminium (procédé électrolytique), et les activités de traitement de surfaces.

La présence de fluorures en quantité notable dans l'eau est susceptible de provoquer des effets toxiques importants sur les organismes aquatiques.

17) Organochlorés :

Les Organochlorés sont des substances qui associent du chlore et du carbone, fabriquées industriellement et commercialisées sous forme de produits aussi divers que des pesticides (aldrine, dieldrine, lindane), des plastiques (PVC, des solvants, des lubrifiants, des réfrigérants et certains gaz propulseurs (chlorofluorocarbures), des diélectriques dans les condensateurs, des additifs dans les peintures et les encres, etc.

Lorsque les organochlorés pénètrent dans l'environnement aquatique, leur comportement dépend de leurs procédés physiques :

- 1) les chlorofluorocarbures et les solvants comme le chloroforme et le tétrachlorure de carbone sont généralement volatils. Ils ont tendance à pénétrer dans l'atmosphère où ils se décomposent lentement. Certains organochlorés volatils gagnent la stratosphère où ils constituent une menace pour l'ozone.
- 2) Les composés aromatiques comme les polychlorobiphényles (PCB), la dieldrine et les dioxines sont moins volatils. Ils ont tendance à se fixer dans les sédiments et à remonter les chaînes alimentaires. Pour la plupart, les organochlorés se dissolvent plus facilement dans les graisses et les huiles que dans l'eau ; ils ont donc tendance à s'accumuler dans les tissus adipeux des organismes vivants.

Les organochlorés sont des composés généralement persistants dont la toxicité pour l'environnement est largement reconnue, notamment après bioamplification (accroissement du taux d'accumulation d'un niveau de la chaîne alimentaire au suivant).

Ils sont susceptibles d'interférer sur la reproduction du monde animal, de perturber le système immunitaire et d'attaquer le système nerveux et des organes tels que le foie et les reins.

I-4- Caractéristiques des eaux usées urbaines

Le tableau I.01 ci-après montre les principaux paramètres de pollution d'une eau usée brute, les valeurs sont données à titre indicatif pour fixer les ordres de grandeur.

Tableau II.01 : Les principaux paramètres de pollution d'une eau usée brute.

| Paramètres | Echelles de variation (mg/l) |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| PH | 7,5 à 8,5 |
| MES total | 150 à 500 |
| DBO ₅ | 100 à 400 |
| DCO | 300 à 1000 |
| DOT | 100 à 300 |
| NTK | 30 à 100 |
| N-NH ₄ ⁺ | 20 à 80 |
| N-NO ₂ ⁻ | <1 |
| N-NO ₃ ⁻ | <1 |
| Détergents | 6 à 13 |
| P | 10 à 25 |

PRINCIPAUX PARAMETRES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION DES EAUX ET LEURS INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

I-5- Les normes de rejets

Des textes législatifs sont adoptés dans le cadre de la pollution des eaux, dont :
Décret exécutif N° 06-141 du 19 Avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Tableau II.02 : Les normes de rejets.

| N° | Paramètres | Unité | Valeurs limites | Tolérance aux valeurs limites anciennes installations |
|----|-------------------------------------|-------|-----------------|---|
| 1 | Température | °C | 30 | 30 |
| 2 | PH | - | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 |
| 3 | MES | mg/l | 35 | 40 |
| 4 | Azote Kjeldahl | // | 30 | 40 |
| 5 | Phosphore total | // | 10 | 15 |
| 6 | DCO | // | 120 | 130 |
| 7 | DBO ₅ | // | 35 | 40 |
| 8 | Aluminium | // | 3 | 5 |
| 9 | Substances toxiques bioaccumulables | // | 0,005 | 0,01 |
| 10 | Cyanure | // | 0,1 | 0,15 |
| 11 | Fluor et composés | // | 15 | 20 |
| 12 | Indice de phénols | // | 0,3 | 0,5 |
| 13 | Hydrocarbures totaux | // | 10 | 15 |
| 14 | Huiles et graisses | // | 20 | 30 |
| 15 | Cadmium | // | 0,2 | 0,25 |
| 16 | Cuivre total | // | 0,5 | 1 |
| 17 | Mercure total | // | 0,01 | 0,05 |
| 18 | Plomb total | // | 0,5 | 0,75 |
| 19 | Chrome total | // | 0,5 | 0,75 |
| 20 | Etain total | // | 2 | 2,5 |
| 21 | Manganèse | // | 1 | 1,5 |
| 22 | Nickel total | // | 0,5 | 0,75 |
| 23 | Zinc total | // | 3 | 5 |
| 24 | Fer | // | 3 | 5 |
| 25 | Détergents | // | 12 | 12 |

CONCLUSION

Les effets de la pollution des eaux deviennent de plus en plus gênants d'autant que la consommation d'eau ne cesse de croître.

Le rejet des eaux usées brutes perturbe l'équilibre du milieu récepteur, la quantité de pollution rejetée est devenu incompatible avec les capacités d'autoépuration des cours d'eau et provoque des conséquences néfastes telle que :

- La dégradation du milieu naturel ;
- La pollution des mers, des lacs et des cours d'eau ;
- Le risque de contamination des eaux souterraines.

Chapitre III

*DESCRIPTION DE LA STATION
D'EPURATION DE BOUMERDES*

INTRODUCTION

Les eaux usées de la commune de Boumerdès se déversaient autrefois en grande quantité dans les points de rejet sauvages, s'était une source de pollution importante de la mer. Aujourd'hui avec l'épuration de ces eaux, 1100 tonnes de boue sont dégagées autrement dit la station d'épuration de Boumerdès arrive à récupérer ce qui se perdait autrefois au fond des mers.

III-1- HISTORIQUE**III-1-1- Présentation de l'ONA**

L'Office National d'Assainissement a été créé pour faire face aux problèmes de l'assainissement urbain en vertu du décret N° : **250 en date du 18/07/2004**.

Cet office est structuré en **12** zones qui couvrent l'ensemble du territoire national, chaque zone est structurée en unité couvrant le territoire d'une wilaya. L'unité de Boumerdès fait à présent partie de la zone d'Alger, située au Sud Est de la ville de Boumerdès, elle a été mise en chantier en **juillet 2004** date de sa création par décision N° :**250/ONA/ARA/KH/2004** du **18 juillet 2004**.

Depuis sa création, plusieurs objectifs ont été atteints dont nous citons :

- L'adoption du terrain et les reconnaissances de l'environnement de la Wilaya.
- Réception des transferts de la DHW (infrastructures et équipements).
- Maintenance et entretien des systèmes d'assainissement de la Wilaya.
- Etablissement de l'organigramme de l'unité en s'adaptant aux nouvelles données et sa concrétisation sur terrain à savoir.

L'unité gère :

- ✓ Un réseau d'assainissement de **1100** Km linéaire réparti sur l'ensemble des **32** communes de la Wilaya.
- ✓ **03** stations d'épuration.
- ✓ **12** stations de relevage.

III-2- DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION DE BOUMERDES**II-2-1- LOCALISATION DE LA STEP DE BOUMERDES**

La STEP de Boumerdès est située au sud de l'agglomération de Boumerdès. Les eaux usées épurées sont rejetées dans l'oued qui longe la STEP pour être véhiculées dans la mer (figure III.01).

DESCRIPTION DE LA STATION D'ÉPURATION DE BOUMERDES

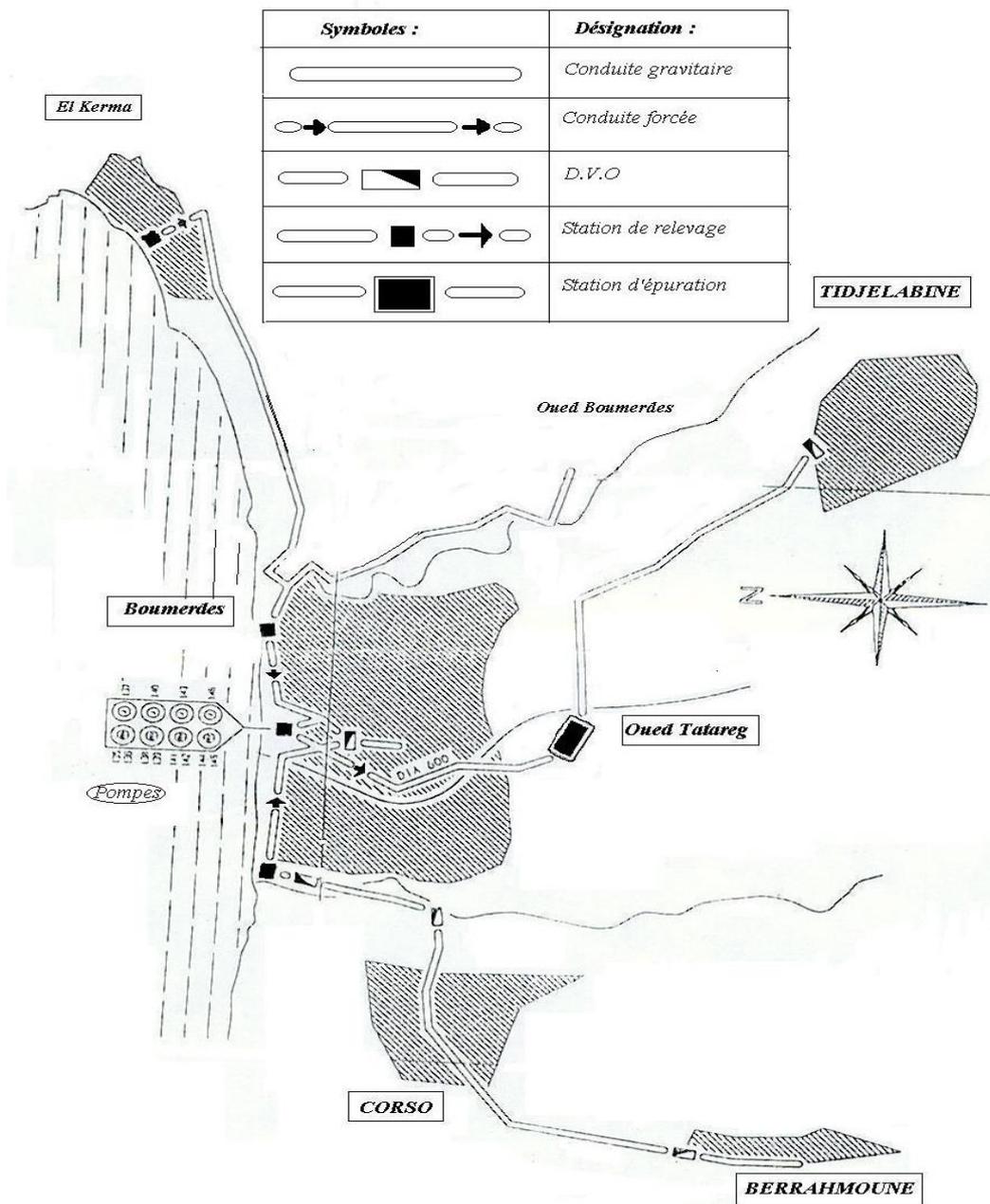


Figure III.01 : Localisation de la station d'épuration de Boumerdès

II-2-2- DONNEES DE BASE DE LA STATION

- Mise en service : janvier 2001
- Type de réseau : unitaire
- Population : 75000 Eq.hab
- Volume journalier : 15.000 m³/j
- Débit moyen horaire : 625 (m³/h)
- Débit de pointe temps sec : 1063 (m³/h)
- Débit de pointe temps de pluie : 1944 (m³/h)
- DBO₅ éliminée: 4050 (kg/j)
- MES éliminées: 5250 (kg/j)
- Le traitement est une épuration biologique à boues activées à faible charge massique à aération prolongée.



Figure III.02 : Station d'épuration de Boumerdès vue par satellite.

Source : Google Earth

II-2-3- LE RESEAU DE COLLECTE DES EAUX USEES

Le réseau d'assainissement est de type unitaire. Les collecteurs principaux s'orientent vers la station d'épuration en régime gravitaire et forcé dans le cas morphologique défavorable ou des stations de relevage sont réalisées (planche N° 1).

Le réseau principal a une distance d'environ 12 km.

Le schéma directeur d'assainissement révèle que Boumerdès possède huit (08) stations de refoulement (SR), prenant en charge les quatre (04) secteurs d'assainissement existants jusqu'à la station d'épuration, conformément à l'article 22 de la loi 02-02 du 05 février 2002, relative à la protection et à la valorisation du littoral.

- **Secteur du Figuier :**

Ce secteur est assaini en deux parties :

La première partie est reliée à trois (03) stations de refoulement, la SR6 qui refoule les eaux récoltées vers la SR4 par le biais d'un collecteur de Ø 160 en PVC. Un autre collecteur de refoulement Ø 200 en PVC chemine les eaux de la SR8 vers la même station, dès qu'il rejoint la RN24 il devient gravitaire Ø 300.

Un collecteur Ø 300 refoule les eaux récoltées au niveau de la SR4, le long de la RN24, vers la boîte de branchement du Sahel ; à laquelle se raccorde un autre collecteur Ø 160 en PVC ; en provenance du Figuier et parallèlement au premier ; qui refoule les eaux récoltées par la SR5.

A la sortie de cette boîte de branchement, se raccorde un collecteur Ø 200 en PVC, il refoule les eaux à partir de la SR7. Les eaux poursuivent leur chemin, par la suite, d'une manière gravitaire en direction de la SR1.

- **Secteur de Boumerdès Est :**

Un collecteur arrivant de Tidjelabine en Ø 400, récolte les eaux du Sahel, de la partie Ouest de l'Alliliguia, de la cité du 20 août et des villas PK1 ; pour longer l'oued Boumerdès par la suite en direction de la SR1.

- **Secteur de Boumerdès centre :**

Un collecteur de Ø 600 assure l'enchaînement des eaux de la SR1 vers la SR3 en prenant en charge la partie du front de mer.

Des collecteurs internes assurent la récolte des eaux de la partie centre, en se raccordant les uns aux autres jusqu'à la SR3, en passant par un déversoir d'orage.

- **Secteur de Boumerdès Ouest :**

L'assainissement est assuré par un collecteur Ø 1000 en provenance de Corso. Sur son chemin vers la SR2, en longeant oued Corso, il se raccorde à deux déversoirs d'orage, un du côté de la R.N.24 et l'autre du côté du front de mer.

Un deuxième collecteur de refoulement Ø 400 prend en charge les eaux récoltées à la SR2, du côté de la cité AADL il devient gravitaire Ø 600, pour rejoindre par la suite la SR3.

A partir de la SR3 (station mère), une conduite de refoulement de Ø 600 assure le transfert des eaux récoltées vers la station d'épuration. Cette dernière reçoit aussi les eaux en provenance du secteur de Tidjelabine par le biais d'un collecteur de Ø 600.

Une fois traitées (épuration à 80%), une partie des eaux est utilisée pour l'irrigation de 60 Ha de terre agricole à Corso par le biais d'une conduite de refoulement Ø 200 PVC. Le reste des eaux est déversé vers oued Tatareg.

II-2-4- ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Boumerdès est alimentée en eau potable en fonction de :

Une conduite de Ø 400 en provenance du SPIK.

Trois forages à proximité d'oued Boumerdès.

Le réseau de distribution d'eau est partagé en quatre (04) secteurs :

DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION DE BOUMERDES

- **Secteur central :**

Alimenté à partir d'un stockage central semi enterré d'une capacité de 2x1000 m³, relié à une station de reprise et un château d'eau de 2000 m³.

Ce stockage sera renforcé par un réservoir semi enterré projeté d'une capacité de 3000 m³.

- **Secteur ouest :**

Alimenté par un réservoir semi enterré d'une capacité de 200 m³. Son adduction est assurée, à partir du stockage central, par une conduite immergeant en acier de Ø250, et arrivant en amiante ciment de Ø 450 ; une autre de Ø200 le relie directement à la conduite du SPIK.

- **Secteur Boumerdès plage :**

Alimenté par un réservoir surélevé d'une capacité de 80 m³, alimenté à son tour par une conduite en acier Ø 100.

- **Secteur du Figuier :**

Composé d'un double réservoir d'une capacité de 2x300 m³ reliés à une station de reprise. Un troisième réservoir, le réservoir du Figuier haut d'une capacité de 500 m³, complète ce dispositif.

L'alimentation de ce secteur est faite par le biais de trois conduites, deux en acier galvanisé de Ø 150 et Ø 200, la troisième en PEHD de Ø 315.

A partir du réservoir du Figuier haut, une conduite en PEHD de Ø 315 se dirige vers le programme de logement 350 Fades, 170 LSP, lotissement AGF et 120 villas EPLF.

Remarque :

Il faut noter, qu'une conduite SPET (2x2000 BA) en provenance de Boudouaou vers Tidjelabine, est projetée dans la partie sud de la commune. Cette dernière exige 25 m de couloir de servitude.

II-2-5- LES STATIONS DE RELEVEMENT

Le secteur de Boumerdès possède huit (08) stations de relevage dont les caractéristiques sont résumées sur le tableau (III.01) ci-dessous.

Tableau III.01 : Fiche technique des huit (08) stations de relevage de Boumerdès.

| Désignation | Caractéristiques | | |
|-------------|----------------------|---------|------------------|
| | Débit unitaire (l/s) | HMT (m) | Nombre de pompes |
| SR1 | 37 | 10 | 04 |
| SR2 | 45 | 31 | 04 |
| SR3 | 151 | 41 | 04 |
| SR4 | 86 | 22 | 02 |
| SR5 | 26 | 47 | 02 |
| SR6 | 15.2 | 39 | 02 |
| SR7 | 15.2 | 39 | 02 |
| SR8 | 15.2 | 39 | 02 |

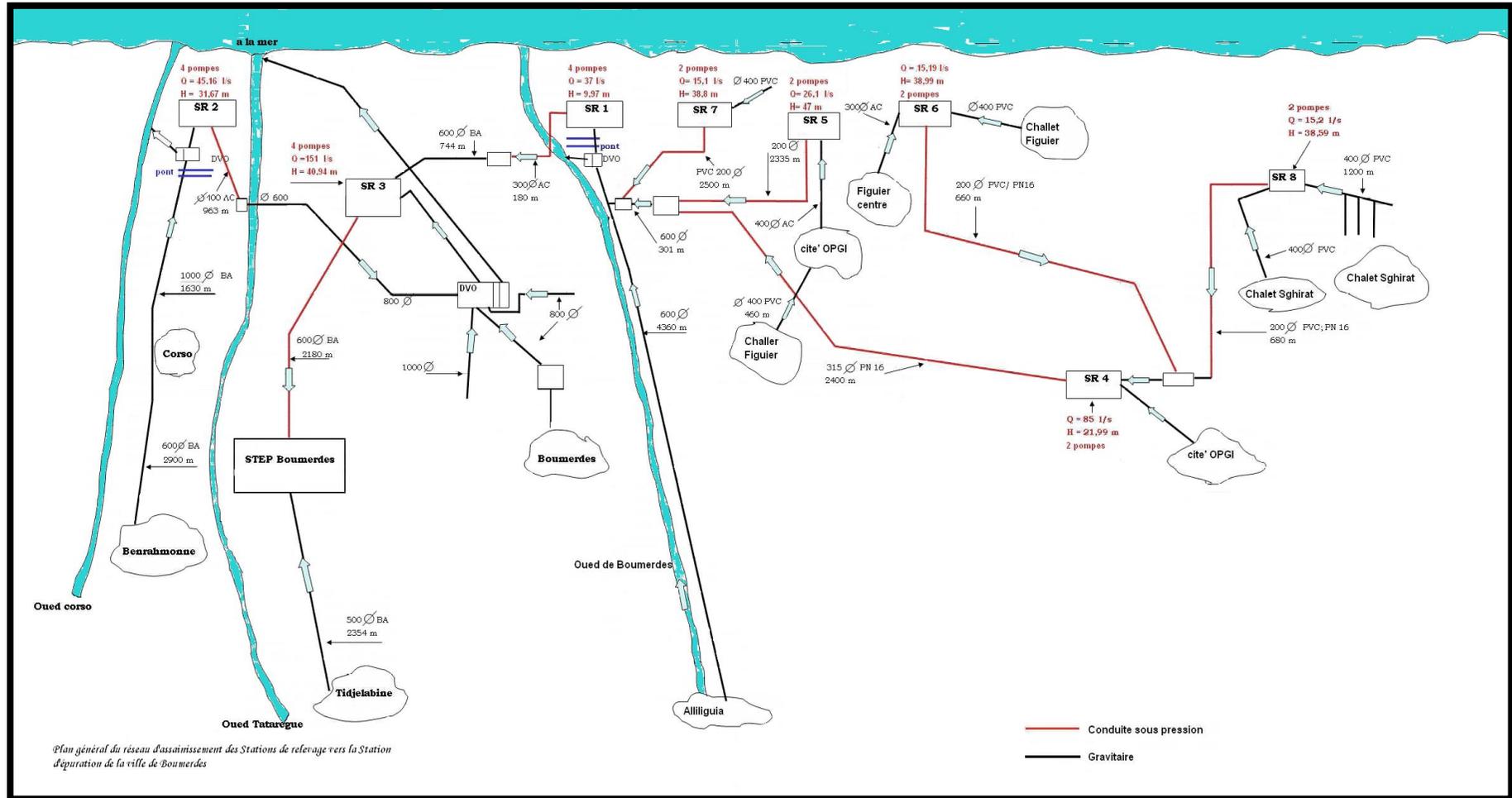


Figure III.03 : Plan général du réseau d'assainissement et des stations de pompage.

II-2-6- LES DIFFERENTES ETAPES DE TRAITEMENT :

Les eaux usées arrivent à la station par gravité ou par pompage, et subissent les différents traitements conventionnels d'un effluent urbain. Les étapes par lesquelles passent les eaux usées dans la station sont les suivantes :

II-2-6-1- Arrivée de l'eau :

L'eau brute arrive d'une part par pompage, d'autre part par gravité. Un déversoir alimente un bassin d'orage d'un débit supérieur au débit accepté par l'installation suivant le nombre de bassins d'aération en service. Un by-pass contrôle l'entrée générale de la station.



Figure III.04 : Arrivée de l'eau

II-2-6-2- Prétraitement et traitement primaire :

Le prétraitement a été mis au point pour éliminer les grosses particules véhiculées par les eaux afin de protéger les ouvrages de la station du colmatage et des dépôts de boues. Le prétraitement comporte :

➤ **Dégrillage :**

L'ensemble de dégrillage comporte : un dégrilleur automatique à champ courbé, avec espacement entre les barreaux de 20 mm (figure III.05) et un dégrilleur manuel. Les refus sont évacués par convoyeur vers les dispositifs de stockage.



Figure III.05 : Dégrilleur (20 mm)

➤ **Dessablage, dégraissage :**

Les ouvrages circulaires ont pour but de :

- Eliminer par décantation une grande partie de sable,
- Eliminer une grande partie de matières flottantes (graisses, écumes) en partie supérieure des ouvrages.

La rétention des particules sableuses permet d'éviter :

- les surcharges dans les étapes suivantes de traitement
- l'accumulation de sable dans les étapes ultérieures du traitement
- l'abrasion des engins mécaniques

La quantité de sable piégé est : 15 - 40 (mg/l)



Figure III.06 : Dessaleur-déshuileur



Figure III.07 : Pompe à sable

L'élimination des graisses permet :

- D'améliorer la qualité visuelle de la surface des ouvrages ultérieurs
- Limiter la quantité de flottants et de graisses susceptibles de se coller, de s'agglutiner et de flotter dans les ouvrages situés en aval, pouvant causer des problèmes de fermentation.

La quantité de graisses piégées est : 5-15 (mg/l).

II-2-6-3- Traitement secondaire :

➤ **Ouvrage de répartition :**

Cet ouvrage permet d'aguiller l'eau à traiter vers les files de traitement par l'intermédiaire de batardeaux, une lame de surverse sert de by-pass en cas de sur-débit.

➤ **Aération biologique : bassins d'aération :**

Trois bassins munis de trois turbines chacun (acti-rotor) permettent l'aération de la culture bactérienne à l'origine du traitement.

Les bassins reçoivent la liqueur mixte constituée par la recirculation des boues provenant des clarificateurs finaux.

- Volume unitaire : 3600 m³
- Profondeur : 4.5 m

L'eau séjourne 5h30 à 6h. Ce temps est jugé nécessaire pour la dégradation de la matière organique (matière polluante soluble).



Figure III.08 : Bassin d'aération



Figure III.09 : Aération dans un bassin biologique

➤ **Décantation, clarification :**

Les eaux sortant des ouvrages d'aération sont dirigées vers 3 clarificateurs.

Les boues décantées au fond de chaque ouvrage sont dirigées vers un puit central pour être reprise vers la bêche de circulation.

Une petite partie est recirculée en tête d'aération (liqueur mixte), l'autre est reconduite vers l'épaississeur. A la fin de cette opération, l'eau est claire, mais une étape supplémentaire était autre fois opérationnelle et ce en ajoutant du chlore dans le bassin de chloration pour désinfecter l'eau épurée.



Figure III.10 : Décanteur secondaire-Clarificateur

➤ **Fosses de recirculation :**

Une bêche de recirculation contient deux pompes de recirculation des boues appelées liqueurs mixtes, ainsi que la pompe d'extraction des boues vers l'épaississeur.

II-2-6-4- Traitement complémentaire :

➤ **Canal de comptage et désinfection :**

L'eau clarifiée était autrefois dirigée vers une bêche de contact dimensionné pour 20 minutes de temps de rétention à plein débit, soit un volume de 385m³. Cette étape n'est plus appliquée.



Figure III.11 : Ouvrage de désinfection

II-2-7- DESTINATION DES BOUES :

Les boues seront divisées en deux parties :

- Une partie sera réinjectée dans le bassin biologique, on parle ici de la **recirculation**, cette opération a pour but de maintenir une concentration en MES constante et correcte dans le bassin biologique (c'est-à-dire, maintenir une concentration constante de la boue

dans le bassin d'aération), le deuxième rôle de cette opération est d'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur.

- L'autre partie de la boue subit un traitement qui comporte deux étapes :
 - **Épaississement** : c'est la séparation solide/liquide, la boue passe dans un épaisseur (qui a le rôle d'un décanteur), et puis elle est refoulée grâce à une pompe vers la déshydratation.
 - **Déshydratation mécanique** : la boue doit d'abord être floculée ou coagulée en ajoutant un polymère (le volume de ce polymère est calculé). Ensuite, la boue passe par une bande presseuse (qu'on appelle la super-presse), où elle subit un essorage. Enfin, on obtient ce qu'on appelle un gâteau, c'est-à-dire une boue déshydratée, cette dernière a pour destination soit une décharge publique, soit une utilisation agricole comme engrais.



Figure III.12 : Déshydratation de la boue



Figure III.13 : Boue déshydratée destinée à la décharge

II-2-7-1- REUTILISATION DES BOUES DESHYDRATEES

Toute la boue provenant de la station d'épuration est réutilisée dans l'agriculture.

- Quantité produite = 745,41 tonnes
- Quantité exploitée= 745,41 tonnes à 100% (après 01 année de séchage)
- Culture concernées : l'arboriculture.

II-2-8- REUTILISATION DES EAUX EPUREES

C'est en 2002 que les deux exploitants ont pris l'initiative d'utiliser les eaux usées épurées de la STEP pour irriguer des parcelles agricoles situés au Nord-Est de la station d'épuration. Ces terrains font partie du Sahel, le sol est constitué d'une couche de terre végétale qui recouvre une autre couche sablonneuse parfois argilo-limoneuse, donc on en conclue qu'il y a possibilité d'infiltration de l'eau dans le sol.

Les cultures principales depuis le démarrage sont la vigne (raisins de table), les agrumes et les cultures fourragères.

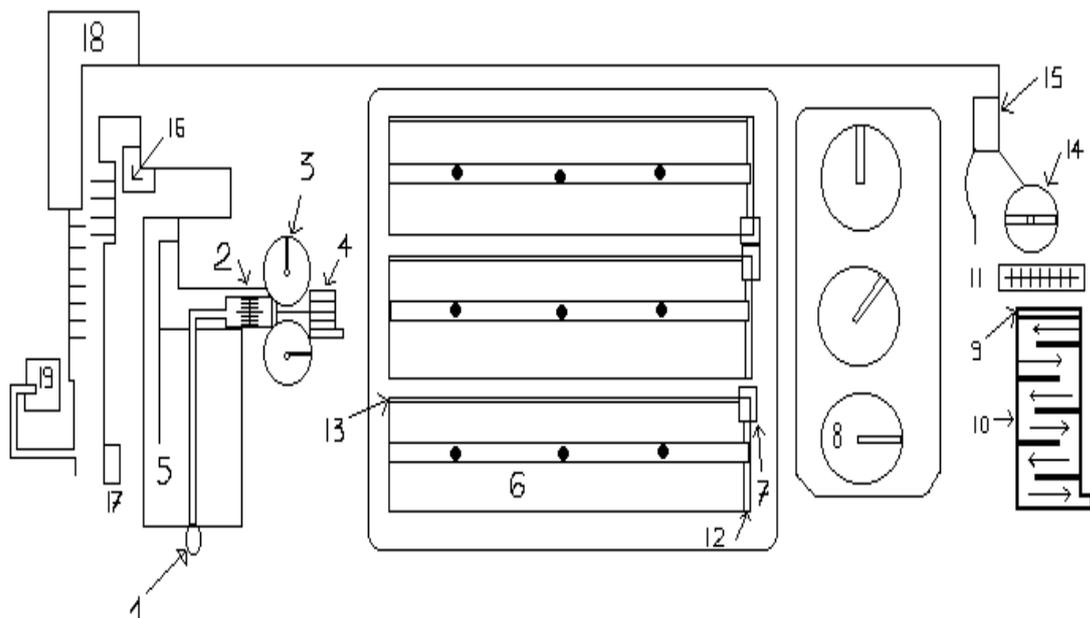
- Volume total produit = 2 899 599 m³/an
- Volume réutilisé = 448 094,40 m³ (15.45% du volume total)
- Surface irriguée ; elle est répartit sur deux agriculteurs :
 - El flici → 38 hec répartis sur 05 types de cultures.
 - Rahmoune → 33 hec répartis sur 03 types de cultures.

Tableau III.02 : Contrôle des eaux épurées.

| Analyses | Fréquences | Normes |
|--------------------|---|--------|
| - Bactériologiques | - 01 fois /mois au minimum pendant la période d'irrigation. | OMS |
| - Parasitologies | - 01 fois /mois au minimum pendant la période d'irrigation. | OMS |
| - Métaux lourds | - 02 fois /An | |

II-2-9- OUVRAGES DE LA STATION D'EPURATION

Le schéma ci-dessous représente les différents ouvrages de la STEP de Boumerdès par lesquels passent les eaux usées pour le traitement.



- | | | |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1- Pompe de relèvement | 8- Clarificateur | 15- Batiment de déshydratation |
| 2- Dégrillage automatique | 9- Comptage de l'effluent traité | 16- salle de controle |
| 3- Dessableur-dégraisseur | 10- Bassin de chloration | 17- Poste d'entrée |
| 4- Ouvrage de répartition | 11- Batiment de chloration | 18- Batiment administratif |
| 5- Bassin d'orage | 12- Bache de dégazage | 19- Logement des gardiens |
| 6- Bassin d'aération | 13- Comptage des boues recirculées | |
| 7- Poste de recirculation | 14- Epaisseur des boues | |

Figure III.14 : Ouvrages de la STEP de Boumerdès

Chapitre IV

*IDENTIFICATION, ORIGINES ET
CAUSES DES DYSFONCTIONNEMENTS
DE LA STATION*

INTRODUCTION

Le diagnostic d'une station d'épuration comprend l'analyse des capacités nominales et réelles des ouvrages et s'intéresse aussi au fonctionnement, à l'exploitation et à l'entretien.

Afin de définir les meilleurs scénarios de requalification de la station d'épuration de Boumerdès, il est nécessaire d'étudier les différents paramètres rentrant en jeu dans le cadre d'un tel projet. Ainsi, l'étude s'articule autour de différentes phases complémentaires qui permettent de prendre en compte des différents facteurs influents et leurs évolutions :

➤ **Phase 1** : Diagnostic de la station d'épuration de Boumerdès

Cette première étape permettra de dresser un état des lieux des ouvrages de la station de Boumerdès, de vérifier les caractéristiques dimensionnelles afin de définir les capacités épuratoires attendues, et de mener un diagnostic complet de son fonctionnement permettant la définition des performances réelles des ouvrages. Ces analyses nous permettront de mettre en évidence les points faibles du système, les dysfonctionnements, les points à modifier et/ou à améliorer, ...

➤ **Phase 2** : Etude des indicateurs de performance

Le but est de déterminer des indicateurs de suivi et d'optimisation qui serviront à proposer une solution adéquate pour un meilleur traitement des eaux usées.

Nous avons traité les données disponibles des années antérieures afin d'identifier des indicateurs, que nous avons pris sous forme de ratios pour pouvoir servir d'outil de comparaison, ces indicateurs permettent de mettre en évidence les optimisations nécessaires à la station et serviront, une fois mis en place, à piloter l'exploitation des installations.

➤ **Phase 3** : Etude des solutions et variantes.

En fonction des éléments mis en exergue lors des phases précédentes, plusieurs scénarios pourront être proposés afin de pallier aux problèmes de la station d'épuration de Boumerdès. Pour chacun d'entre eux, différents types de travaux complémentaires seront proposés : réhabilitation, extension,....

IV-1- DIAGNOSTIC DE LA STATION D'EPURATION DE BOUMERDES

IV-1-1- DEFINITION DES CONTRAINTES AMONT

Partant du fait que les trois communes (Boumerdès, Tidjelabine et Corso) ont un assainissement qui aboutit à la même station d'épuration, cette situation va orienter la mise à niveau vers une évaluation des infrastructures existantes. Ainsi les infrastructures concernées sont :

- **Les collecteurs principaux** : les collecteurs principaux avec les populations et équipements qui viendraient se greffer à ces collecteurs.
- **Les déversoirs d'orage** : Ceux-ci sont insuffisant. Pour maintenir les diamètres des collecteurs principaux existants et éviter des coûts supplémentaires quant à la reprise ou le dédoublement des collecteurs, il est impératif d'ajouter des déversoirs d'orage avant chaque branchement à un collecteur principal.

- **Les stations de relevages** : les stations de relevages qui sont l'aboutissement d'un ou plusieurs collecteurs principaux verront leurs débits évoluant au même titre que ceux qui transitent à travers les différents collecteurs.

IV-1-1-1 ETAT DES OUVRAGES DE COLLECTE DES EAUX USEES

Le tableau (IV.01) suivant résume l'état de branchement du réseau d'assainissement au trois (03) communes : Boumerdès, Corso, Tidjelabine.

Tableau IV.01 : Etat du réseau d'assainissement.

| Communes | Population rattachées (Hab) | Taux de branchements (%) | Linéaire total en Km ² |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Boumerdès | 44535 | 99,09 | 72,89 |
| Corso | 22705 | 97,86 | 44,05 |
| Tidjelabine | 21266 | 84,09 | 53,22 |

IV-1-1-2- QUALITE DES EAUX

Les eaux de la wilaya de Boumerdès sont affectées par les eaux usées provenant de l'industrie, l'agriculture et les rejets urbains. L'utilisation massive des pesticides et des engrais pour l'agriculture contaminent l'eau souterraine et de surface. L'activité industrielle produit des effluents chimiques à large spectre qui se déversent surtout dans les eaux de surface côtière.

IV-1-2- DEFINITION DES CONTRAINTES AVAL

IV-1-2-1 LES EAUX DE SURFACE

Les terres agricoles, qui reçoivent les eaux épurées de la station de Boumerdès, se situent au nord-ouest de la commune de Corso, wilaya de Boumerdès. Ces terrains font partie du Sahel, le sol est constitué d'une couche de terre végétale qui recouvre une autre couche sablonneuse parfois argilo-limoneuse, on conclut donc qu'il y a possibilité d'infiltration de l'eau dans le sol. La photo ci-dessous témoigne de la mauvaise qualité des eaux transportées par l'oued directement dans la mer.



Figure IV.01 : L'aval de l'oued Tatareg pollué.

IV-1-2-1-1- SUPPOSITIONS ET HYPOTHESES

Il y a différentes possibilités d'infiltration et donc de contamination de la nappe, on en dénombre deux cas :

- 1) Couche superficielle (sables) peu épaisse et substratum imperméable à quelques mètres :
 - Existence d'une nappe captive sous le substratum.
 - Inexistence d'une nappe captive sous le substratum.
- 2) Couche superficielle épaisse et substratum en profondeur :
 - Existence d'une nappe captive sous le substratum.
 - Inexistence d'une nappe captive sous le substratum.

La probabilité que le substratum soit en grande profondeur est faible, car les sources d'eau se trouvant éparpillées dans la région témoignent que le niveau piézométrique n'est pas loin par rapport à la surface du sol, on conclut donc que la couche superficielle de sable est faiblement épaisse et le substratum imperméable est peu profond.

1)-1 Existence d'une nappe captive sous le substratum :

De nombreux problèmes seront réglés en cas d'existence d'une nappe captive non-contaminable par les eaux rejetées de la station. D'abord une bonne partie du volume d'eau sera protégée et restera seine, en plus avec l'installation des puits et des forages d'eau ayant pour objectif le pompage de l'eau de cette nappe captive, on peut séparer l'eau de rivière (non potable) qui sera donc destinée à l'irrigation, de l'eau souterraine (potable) qui sera destinée aux châteaux d'eau pour finalement être distribuée aux habitations.

Mais un autre problème peut se poser s'il y a question d'exploitation abusive de la nappe, c'est le rabattement du niveau de l'eau et donc la diminution de la pression interstitielle, ce phénomène peut causer un tassement du sol à ce niveau. Entre autre, si le substratum est fissuré l'eau piégée sous pression va se faufiler à travers les fissures et sera mélangée à l'eau en surface (le niveau en surface va augmenter) puis la nappe qui était à l'origine captive va être à son tour contaminée.

Le schéma suivant illustre ce premier cas :

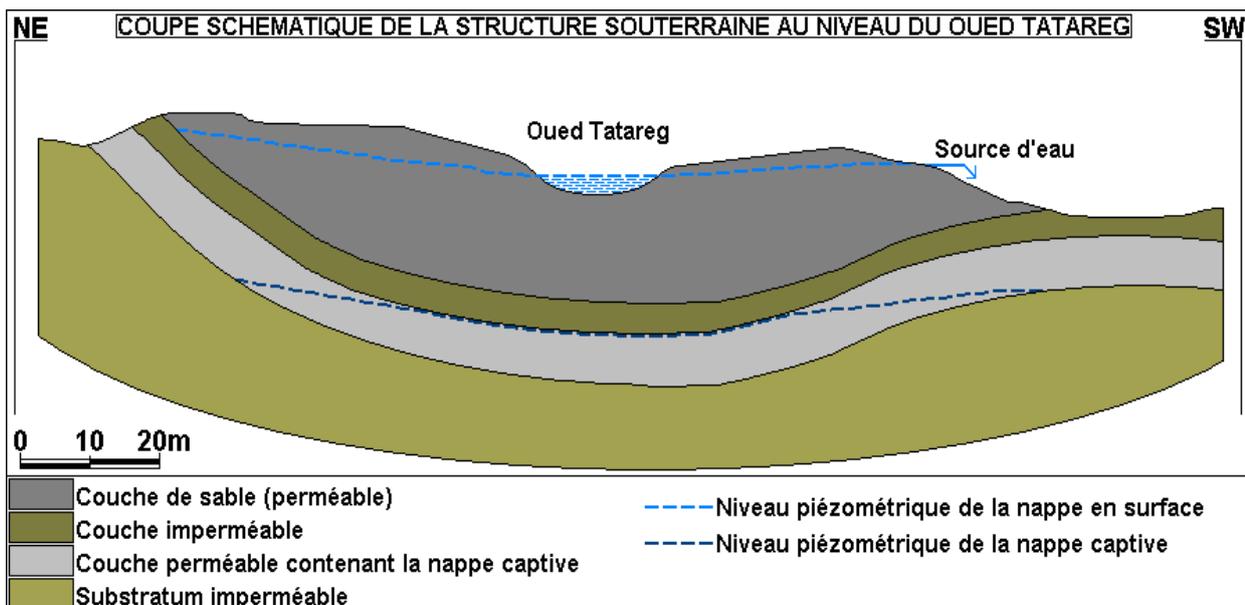


Figure IV. 02 : Coupe schématique de la structure souterraine au niveau de l'Oued Tatareg.

1)-2 Inexistence d'une nappe captive sous le substratum :

Dans le cas où le substratum est semi infini et que l'on n'a pas détecté de nappe souterraine en profondeur, le volume de l'eau contenu dans la couche de sable est la seule source pour toute la région, cependant le danger d'intoxication ou de maladie qu'il soit dermatologique ou alimentaire va se multiplier.

Ce cas de figure est expliqué par la coupe suivante :

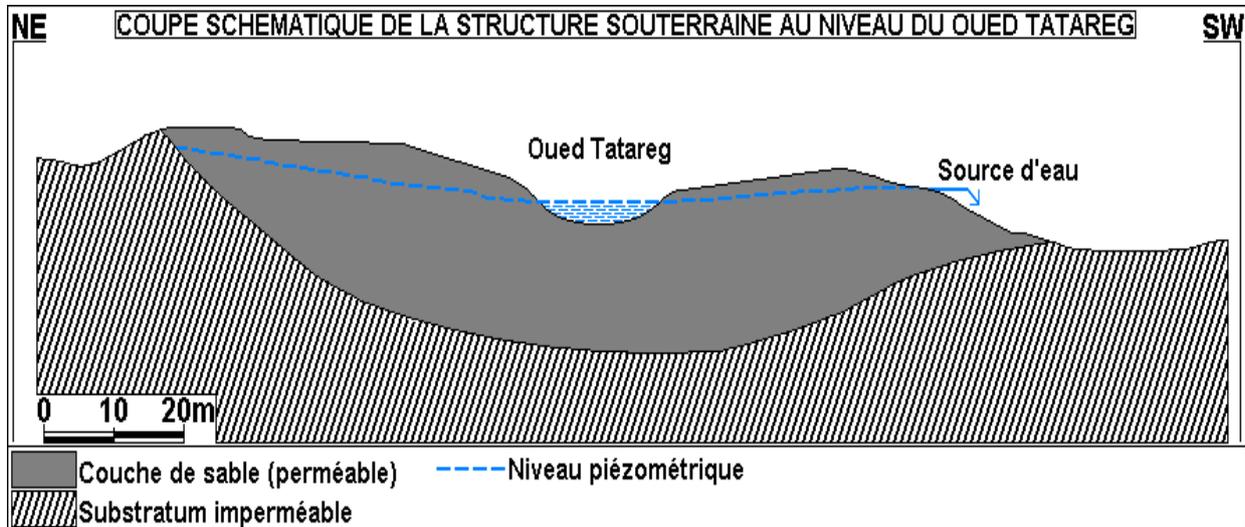


Figure IV.03 : Coupe schématique de la structure souterraine au niveau de l'Oued Tatareg.

IV-1-2-1-2- NIVEAUX DE REJET

La station a été construite et dimensionné pour respecter les niveaux de rejet présenté ci-dessous.

Tableau IV.02 : Niveaux de rejet

| PARAMETRES | CONCENTRATIONS (mg/l) |
|------------|--------------------------|
| DBO5 | 30 |
| DCO | 90 |
| MES | 30 |
| NTK | 40 |

IV-1-2-2 LES EAUX COTIERES

L'Oued "Tatareg" dans lequel est jetée l'eau traitée déverse directement dans la mer, ce qui peut être un danger pour l'environnement si l'eau n'est pas parfaitement filtrée dans la station. Pour le littoral de la wilaya de Boumerdès, la surveillance de la qualité des eaux de mer se fait par des analyses microbiologiques, qui obéissent au décret N° 93-146 du 10 juillet 1993, réalisé au sein de la direction de santé.

Pour l'année 2008, sur les 18 plages autorisées à la baignade seule 45 contrôles ont été effectués sur une période de 3 mois [9].

IV-1-3- DESCRIPTION DE L'EXISTANT

La station d'épuration de Boumerdès est du type « boues activées à faible charge massique à aération prolongée ». Une charge polluante de 4.050 kgDBO5/j a été prise en considération, ce qui correspond à 67.500 EH (avec 60 g DBO5/EH*j). Pour le dimensionnement, des charges spécifiques inférieures ont été considérées, ce qui fait que la capacité de conception officielle s'élève à 75.000 EH. Un volume journalier de 15.000m³ a été pris en compte.

IV-1-3-1- FILIERE EAU**IV-1-3-1-1 FONCTIONNEMENT**

En entrée filière, une partie des effluents sont envoyés par pompage directement dans le canal d'alimentation du prétraitement d'une part et par gravité dans la bêche de relèvement, ceci par deux conduites de diamètre 60 mm.

Un déversoir alimente un bassin d'orage d'un débit supérieur au débit accepté par l'installation suivant le nombre de bassins d'aération en service. Deux pompes submersibles permettent de relever ces eaux vers le prétraitement.

Les refus du dégrilleur (20mm) sont évacués par convoyeur à vis. En cas d'entretien, un canal de by-pass équipé d'un dégrilleur de secours (20mm) est utilisé.

L'ouvrage de dessablage-dégraissage permet l'élimination par décantation de la plus grande partie des sables de dimensions supérieures à 150-200 mm et l'élimination d'une grande partie des matières flottantes.

Les eaux prétraitées sont dirigés vers 3 bassins d'aération, ceux-ci reçoivent d'autre part la «liqueur mixte » constituée par la recirculation des boues provenant des clarificateurs finaux.

Les eaux sortantes des ouvrages d'aération sont dirigées vers 3 clarificateurs de diamètre 24m et les eaux décantées sont recueillies par surverse dans une rigole périphérique pour être dirigée vers la désinfection et le canal de comptage.

Le synoptique de la filière eau de la station d'épuration est présentée sur la page suivante.

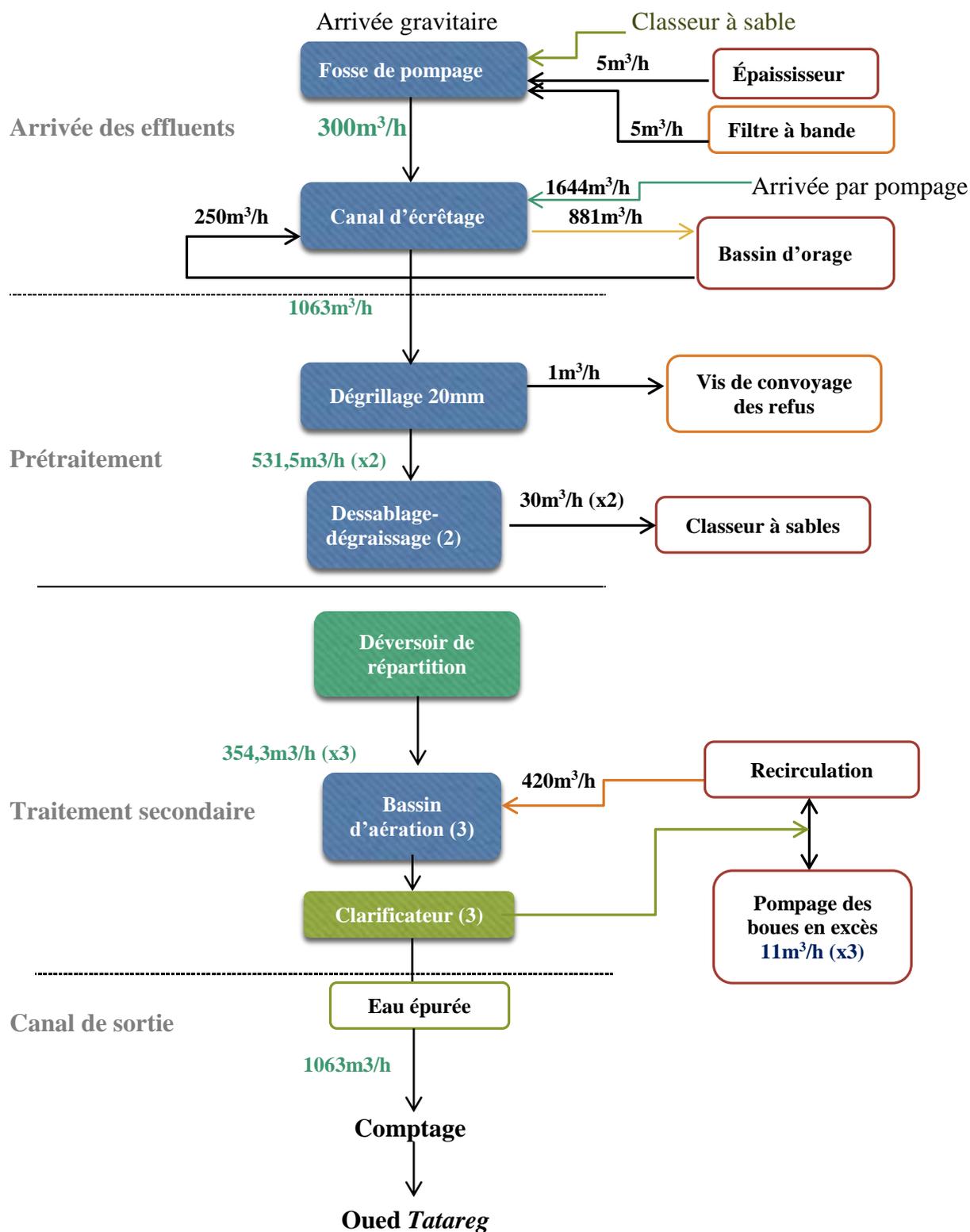


Figure IV.04 : Synoptique filière eau Boumerdès.

IV-1-3-2- FILIERE BOUE

II-1-3-2-1 FONCTIONNEMENT

Le traitement des boues issues de la décantation clarification comporte deux étapes :

- un épaissement statique ;
- une déshydratation mécanique.

Avant transfert en déshydratation, il est nécessaire d'épaissir au maximum les boues dans le but essentiellement de traiter de plus faibles volumes et donc d'avoir des ouvrages et équipements plus compacts. Les boues épaissies sont ensuite reprises au fond de l'ouvrage à l'aide d'une pompe à rotor excentré pour être refoulées vers la déshydratation.

La boue est introduite avec un polyélectrolyte dans un flocculateur équipé d'un agitateur vertical à vitesse réglable et se déverse sur la première toile dans une zone d'égouttage du filtre à bandes presseuses.

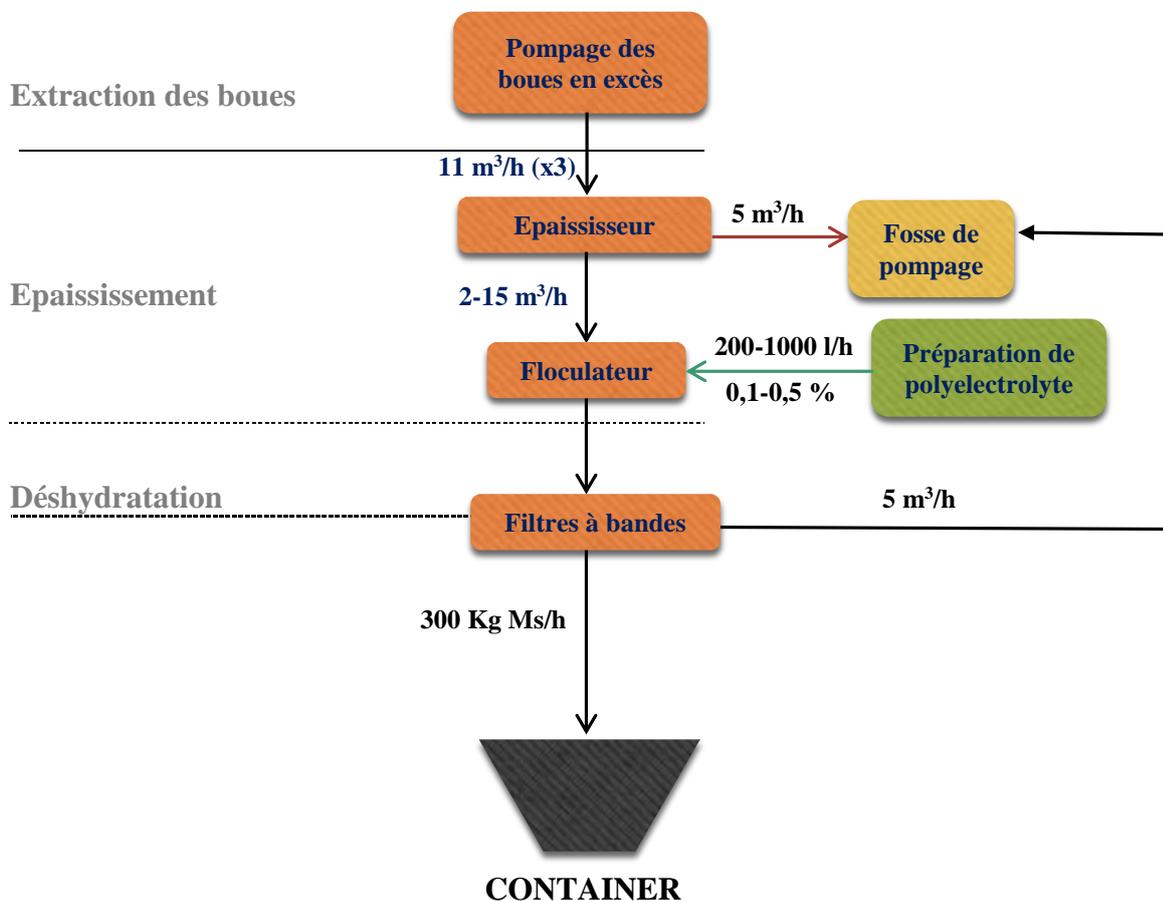


Figure IV.05 : Synoptique filière Boue Boumerdès.

IV-1-4- DIAGNOSTIC DES OUVRAGES

IV-1-4-1- METHODOLOGIE

La figure présentée en page suivante représente un schéma masse de la station d'épuration et l'implantation des différents ouvrages. Ceux-ci sont numérotés, ces numéros sont ensuite repris dans l'analyse exhaustive de chacun d'entre eux.

IV-1-4-2- DIFFICULTES D'EXPLOITATION

Les concertations engagées avec les différents membres des Services Techniques de la STEP de *Boumerdès* ont permis de détecter les difficultés rencontrées dans le cadre de l'exploitation des ouvrages. Les principales contraintes ou dysfonctionnements rencontrés sont listés ici :

- Déficit important en équipements mécaniques, électroniques et électrotechniques.
- **Filière de prétraitement** : Ecartement de 20 mm du dégrillage peut provoquer le passage de matières grossières. Le dessableur et le déshuileur fonctionnent correctement, mais le système d'évacuation vers le bac à sable (classificateur à sable) est hors service à cause d'une panne mécanique. De ce fait, le sable ne peut pas être extrait régulièrement et il faut s'attendre à ce qu'il y ait des dépôts de sédiments dans les ouvrages à l'aval du bassin de dessablage et ainsi provoquer des dégâts aux équipements mécaniques par abrasion.
- **Bassin d'aération** : Le bassin d'aération est équipé de trois aérateurs de surface. Ceux-ci sont successivement activés et désactivés par un système de temporisation. Le temps de fonctionnement est d'environ 6 à 7 minutes et la durée de coupure est de 10 à 12 minutes, avec un ajustement saisonnier. Initialement, le bassin d'aération était équipé d'une sonde à oxygène qui permettait la régulation (c'est-à-dire la mise en marche-arrêt automatique) des aérateurs. Actuellement, ni la sonde d'oxygène, ni l'automatisme ne sont opérationnels, ce qui oblige à une utilisation manuelle de la station. Aussi, il n'existe même pas de possibilité de mesurer manuellement l'oxygène, de sorte que ce paramètre important pour le fonctionnement efficace de la station ne peut pas être contrôlé.
- **La désinfection** de l'eau épurée par chloration n'est pas appliquée.
- En plus des déchets qu'ils soient d'origine chimique ou biologique, lorsqu'une forte précipitation se présente, les eaux brutes mélangées à l'eau de pluie sont rejetées directement en pleine nature.
- Béton, conduites, surfaces sont dans un état tout à fait acceptable, compte tenu de leur récente mise en service donc il n'y a aucune contraintes de fonctionnement à attendre à court et moyen terme.

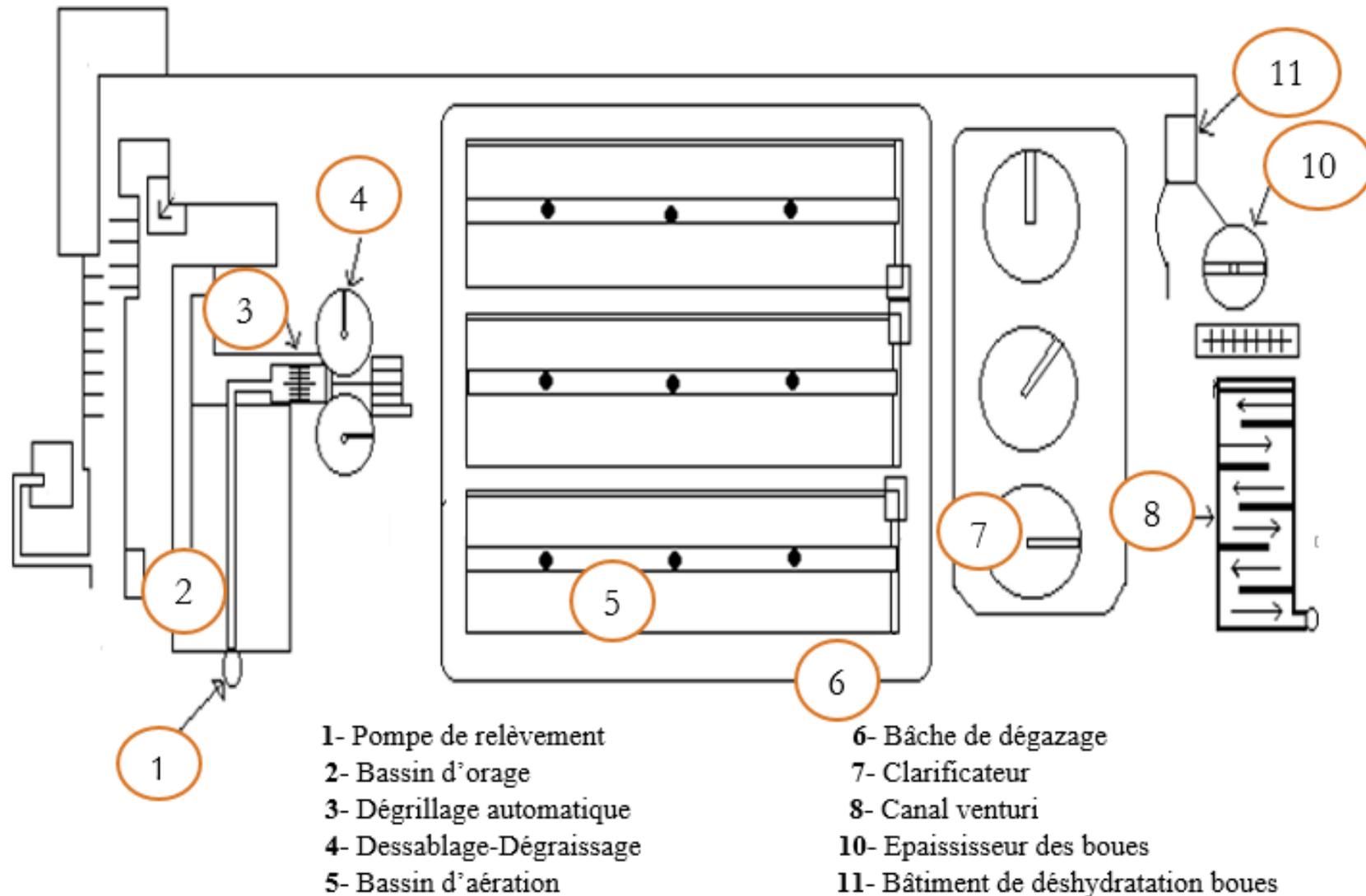


Figure IV.06 : Schéma de la station d'épuration de Boumerdès.

IV-1-4-3- DIAGNOSTIC DES OUVRAGES

Plusieurs visites des ouvrages ont été réalisées durant le mois de Mai.

Le diagnostic est présenté en page suivante, il reprend une présentation et une analyse des ouvrages eux-mêmes, de leur capacité à traiter les charges reçues. Le dimensionnement de chacun est réétudié, le cas échéant, les insuffisances sont mises en exergue.

Pour chaque ouvrage, nous donnons également des pistes d'améliorations, celles-ci sont soit à prévoir sur les ouvrages actuels, soit à considérer dans le cas de la conception d'une nouvelle filière.

IV-1-4-3-1 FILIERE EAU



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|-------------------------------|---|-------------------------|---|--|
| Poste de relevage 1 | 3 groupes électropompes $Q = 150\text{m}^3/\text{h}$ Vitesse=1500Tr/min Puissance réelle= 4,7 kW | HMT= 6m | La pompe N°2 est à l'arrêt. | La roue de cette pompe a été transférée chez le tourneur pour confectionner trois roues. |
| Bassin d'orage 2 | Alimentation : 380V | | Problème pour la bonne mise en œuvre du nettoyage | Accentuer pentes en fond d'ouvrage pour nettoyage. |



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|--|--|---|--|---|
| <p>Dégrilleur</p> <p>3</p> | <p>Grille courbe/fixe → r = 1,5m</p> <p>Largeur= 1m</p> <p>Espacement entre barreaux =20mm</p> <p>Convoyeur à vis → longueur vis= 5m</p> | <p>Grille courbe</p> <p>Vitesse de sortie = 2,5tr/min</p> <p>Convoyeur à vis</p> <p>Q= 1m³/h</p> | <p>Ecartement de 20 mm → Peut provoquer le passage de matière grossière.</p> | <p>Installer un dégrilleur fin avec un espacement entre les barreaux de 4 mm pour empêcher l'entrée de matières grossières.</p> |
| <p>Dessableur-Déshuileur</p> <p>4</p> | <p>1 Aéroflottation fines bulles</p> <p>1 Groupe aéroéjecteur</p> <p>1 Racleur de surface</p> <p>1 classificateur à sable</p> | <p>Q= 30m³/h</p> <p>Vitesse de la vis= 11 à 13 tr/min</p> | <p>Le dessableur et le déshuileur fonctionnent correctement.</p> | |



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|--|--|--|--|--|
| <p>Bassin d'aération</p> <p>5</p> | <p>-(03) aérateurs de surface → Temps de fonctionnement 6 à 7 minutes et durée de coupure 10 à 12 minutes. -A l'entrée de l'aération $MES/DBO_5 = 1.3$</p> | <p>$V = 3600m^3$ Turbines actirotor : Diamètre extérieur = 2,15m $C_m = 0.076 \text{ kgDBO}_5/\text{kgMVS.j}$ $C_v = 0.38 \text{ kgDBO}_5/m^3.j$ Besoin en $O_2 = 272 \text{ kg/h}$ Production de boue = $1.08 \text{ kgMS/kgDBO}_5$</p> | <p>- Sonde à oxygène et automatisation non opérationnels, ce qui oblige à une utilisation manuelle de la station. Le taux d'oxygène ne peut pas être contrôlé. -Les dimensions actuelles ne sont pas assez importantes -Les ventilateurs sont défectueux.</p> | <p>-Une augmentation de 50% du volume serait nécessaire.</p> |



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|--------------------------------------|---|----------------------------|---|---|
| <p>Dégazeur</p> <p>6</p> | <p>Rectangulaire</p> <p>S = 3×3</p> | | <p>-Chute eau</p> <p>-Sous dimensionnement dégazeur</p> | <p>Création d'un 2^{ème} dégazeur.</p> |
| <p>Clarificateur</p> <p>7</p> | <p>Diamètre= 24m</p> <p>Hauteur d'eau cylindrique= 2,6m</p> | <p>Vitesse= 1500tr/min</p> | <p>Les clarificateurs sont trop petits et trop plats.</p> | <p>Augmenter la profondeur de 2,4 m à 3,0 m et le diamètre doit être d'au moins de 40 m au lieu de 24 m actuellement.</p> |



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|--------------------------------------|--|---|---|--|
| <p>Canal venturi</p> <p>8</p> | <p>Dimensionné pour $Q= 1200\text{m}^3/\text{h}$</p> | <p>$H=2\text{ m}$ $V=480\text{ m}^3$</p> | <p>Débit passe de 0 à $1200\text{m}^3/\text{h}$ La désinfection de l'eau épurée par chloration n'est plus appliquée.</p> | <p>Une désinfection de l'EUE comme traitement tertiaire n'est pas nécessaire.</p> |

IV-1-4-3-2 FILIERE BOUE



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|---|---|--|---|---|
| Extraction boue 9 | 1 groupe électropompe submersible | $Q = 11 \text{ m}^3/\text{h}$ $\text{HMT} = 3 \text{ m}$ | Pas de secours installé | Impossibilité d'ajouter une pompe de secours installée au vue du génie civil du poste. |
| Epaississeur 10 | Charge massique = $30\text{kg}/\text{m}^3/\text{j}$ | Diamètre intérieur = 13m Volume journalier à transférer en déshydratation = 792 m^3 | Retour de la boue épaissie en tête de station à cause du temps de séjour trop long dans l'épaississeur. | Il faudrait des silos de stockage ou augmenter le volume de boue traitée en déshydratation. |



| Type ouvrage | Principales caractéristiques | Données dimensionnantes | Observations | Pistes d'améliorations |
|--|------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| <p>Bâtiment de déshydratation</p> <p>11</p> | <p>Poids = 4 tonnes</p> | <p>Largeur de bande = 2 m Longueur hors tout = 4.49 m Largeur hors tout = 2.36/22.61 m Hauteur hors tout = 2.07 m</p> | <p>Filtre à bande défectueux.</p> | <p>Nécessité de changement du tapis.</p> |

IV-1-5- ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

L'objectif est d'établir un bilan du fonctionnement de la station en valorisant les données d'auto-surveillance. Les résultats doivent permettre d'identifier les insuffisances et améliorer le rendement des installations de traitement des eaux usées.

Les indicateurs de suivi concernent essentiellement quatre postes : l'aération, l'extraction de boues, l'injection de réactif et les eaux claires parasites. Dans ce cadre, nous avons identifié 10 indicateurs, qui sont à notre avis, les plus pertinents puisqu'ils vont permettre de suivre un phénomène précis.

Ce sont les indicateurs suivants :

- le taux de dilution en rapport avec les eaux claires parasites.
- DCO/DBO, MES/DBO5, DCO/NTK, NH_4^+ /DCO, NH_4^+ /NTK.
- kWh total consommé par les aérateurs /charge en DCO éliminée
- kWh total consommé par les aérateurs / charge en DBO5 éliminée
- kg MS extraites / kg DCO éliminée
- kg polymères utilisés / t MS extraites.

IV-1-5-1- EVOLUTION DE LA CHARGE HYDRAULIQUE

Les volumes d'eaux brutes mensuelles cumulées au cours de l'année 2008 représentent un total de 2948710.9 m³ sur l'entrée. Ce volume annuel représente environ 54% du volume total annuel nominal de la station (5475000 m³). En 2009 le volume d'entrée est en hausse de 24% sur le volume 2008 (4209150.8 m³) ce qui représente 1260440 m³ soit 3459 m³ par jour. On remarque qu'en 2010 le volume d'eaux usées est en hausse de 2% par rapport à celui de 2009 (4297626.8 m³).

Tableau IV.03 : Evolution des charges hydrauliques

| Caractéristiques | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------------|------------|------------|------------|
| Volumes (m ³) | 2848710,90 | 4209150,80 | 4297626,80 |
| % / Charge nominale | 54 | 77 | 78 |

La station a reçu en moyenne, en 2010 un volume annuel représentant 78% du volume total nominal de la station. Un travail important reste à faire sur le réseau pour éliminer les eaux claires parasites, ceci ne peut être que bénéfique pour le fonctionnement de l'installation, l'amélioration des performances et la réduction des frais d'exploitation

IV-1-5-2- TAUX DE DILUTION

La part des eaux claires est calculée en évaluant l'effet de la dilution des eaux usées par rapport aux eaux claires théoriques non diluées. Le tableau et le graphique suivants indiquent l'estimation du taux de dilution en entrée de STEP pour chaque bilan d'auto surveillance.

Tableau IV.04 : Taux de dilution

| Date | Eau brute m ³ /j | Charge entrante kgDBO ₅ /j | Charge entrante (EH) 1EH= 54 g DBO ₅ /j | Volume EU domestique 200 l / EH/j | Volume eaux claires parasites m ³ /j | Taux de dilution % |
|----------|--------------------------------|---|--|---|---|--------------------------|
| 10/08/10 | 15040 | 2406 | 45481 | 9096 | 5944 | 65 |
| 14/08/10 | 15100 | 2178 | 40346 | 8069 | 7031 | 87 |
| 17/08/10 | 15130 | 1815 | 33622 | 6724 | 8406 | 125 |
| 18/08/10 | 18170 | 2616 | 48453 | 9690 | 8480 | 87 |
| 24/09/10 | 15410 | 1849 | 34244 | 6848 | 8562 | 125 |
| 10/10/10 | 15810 | 1248 | 23129 | 4625 | 11185 | 242 |
| 12/10/10 | 16190 | 1052 | 19488 | 3897 | 12293 | 315 |
| 25/10/10 | 15110 | 1193 | 22105 | 4421 | 10689 | 242 |
| 31/10/10 | 16770 | 1324 | 24533 | 4906 | 11864 | 242 |
| 04/11/10 | 15590 | 2708 | 50162 | 10032 | 5558 | 55 |
| 30/11/10 | 15180 | 2636 | 48828 | 9765 | 5415 | 55 |
| 03/12/10 | 15320 | 2589 | 47945 | 9589 | 5731 | 59 |
| Moyenne | 15735 | 1967 | 36528 | 7305 | 8430 | 141 |

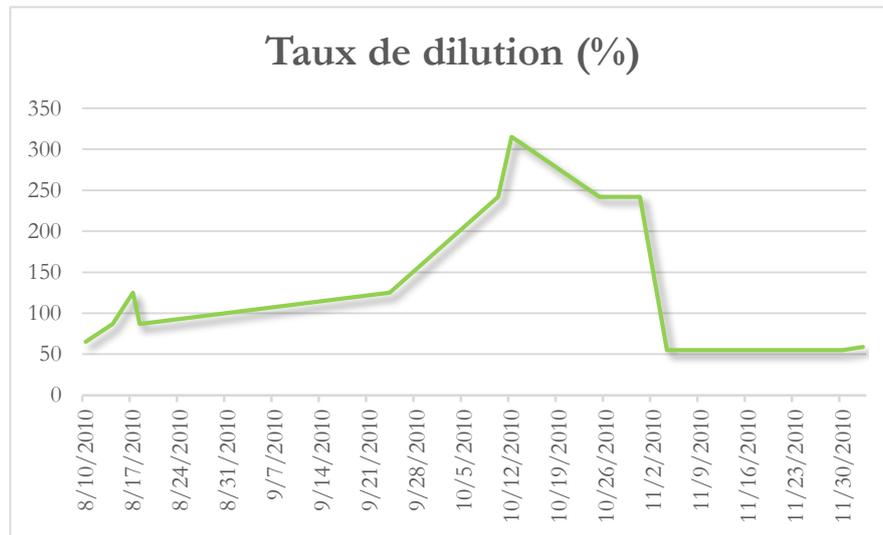


Figure IV.07 : Graphique du taux de dilution en entrée de la STEP

Ainsi, la station a reçu des dépassements en volumes d'eaux usées entre le 10/08/2010 et le 03/12/2010 avec un taux de dilution moyen de 141% et un taux de dilution maximal, enregistré le 12/10/2010 de 315%. Les eaux claires parasites ont représenté environ 101158 m³ en 2010. Ceci est à relier à la nature du réseau (réseau unitaire).

En 2010, la valeur du débit max (18170 m³/j) enregistrée au mois d'aout, dépasse de 21.13% la valeur du débit nominal; les eaux de pluie et les eaux claires parasites ont continué de surcharger inutilement le réseau de collecteurs.

Un travail important reste à faire sur le réseau pour éliminer ces eaux claires, de façon à se rapprocher de la valeur cible 200 litres d'eaux usées par jour et par habitant en éliminant progressivement les eaux claires.

IV-1-5-3- EVOLUTION DE LA CHARGE POLLUANTE ENTRANTE

Tableau IV.05 : Valeurs moyennes des pourcentages dépassant les concentrations nominales pour les paramètres MES, DBO₅ et DCO

| Paramètres | MES | DBO ₅ | DCO |
|------------|---------------|------------------|--------------|
| 2008 | 16.7% 61 fois | 7.94% 29 fois | 1.9% 7 fois |
| 2009 | 4.65% 17 fois | 6.57% 24 fois | 1.09% 4 fois |
| 2010 | 4.10% 15 fois | 0.82% 3 fois | 0.54% 2 fois |

Globalement, les concentrations de DBO₅, DCO et MES en entrée de station sont en baisse en 2010 par rapport à 2009 et à 2008. On observe une fréquence de dépassement relativement importante de la capacité nominale en MES : 16.7% et DBO₅ : 7.94%. Elle est plus faible pour la DCO (1.9%). Cette observation est à relier à la présence d'effluents industriels d'origine agro-alimentaire en quantité importante.

Tableau IV.06 : Concentrations moyennes d'entrée pour les paramètres MES, DBO₅ DCO et NTK.

| Concentrations moyennes annuelles (mg/l) | MES | DBO ₅ | DCO | NTK |
|--|--------|------------------|--------|-------|
| Concentrations maximales admissibles (nominales) | 350 | 270 | 750 | |
| 2008 | 309.15 | 321.35 | 620.02 | 59.67 |
| 2009 | 202.86 | 281.9 | 516.08 | 50.18 |
| 2010 | 209.25 | 153.39 | 375.51 | 48.64 |

En 2010 la fréquence de dépassement est globalement en baisse. Elle est à relier à la charge entrante qui est également globalement en baisse par rapport à 2009 et à 2008.

Tableau IV.07 : Charge polluante admise (kg/j)

| Paramètre | DBO ₅ | % DBO ₅ /charge nominale | DCO | %DCO/charge nominale | MES | %MES/ charge nominale | NTK |
|-----------------|------------------|---|---------|-------------------------|---------|-----------------------------|--------|
| Charge nominale | 4050 | | 11250 | | 5250 | | |
| 2008 | 2428.79 | 60% | 4155.78 | 37% | 2292.92 | 43% | 346.89 |
| 2009 | 3245.28 | 80% | 6203.76 | 55% | 2374.54 | 45% | 673.83 |
| 2010 | 1812.98 | 44% | 4468.34 | 40% | 2487.57 | 47% | 601.41 |
| Moyenne | | 61% | | 44% | | 45% | |

Globalement et en moyenne, on peut considérer que la station a reçu environ 61% de sa capacité nominale en DBO₅, 44% en DCO et 45% en MES. La pollution moyenne reçue est globalement en baisse en 2010 par rapport à 2009. Ceci est relié à la baisse de 6% de la production de boues observée en 2010 par rapport à 2009. Cette baisse est à relier aux apports industriels qui présentent des effluents hétérogènes ainsi qu'une pluviométrie plus forte.

Tableau IV.08 : pourcentage de réduction de la DBO5, la DCO, les MES, et NTK en sortie de la STEP

| Rendement % | DBO ₅ | DCO | MES | NTK |
|-------------|------------------|-----|-----|-----|
| 2008 | 96 | 90 | 94 | 60 |
| 2009 | 95 | 90 | 93 | 66 |
| 2010 | 94 | 91 | 92 | 80 |

Afin de déterminer plus précisément l'origine des eaux usées de ces effluents, le calcul des rapports tels que DCO/DBO₅, MES/DBO₅, DCO/NTK, NH₄/DCO, NH₄/NTK présente un réel intérêt. L'utilisation de ces ratios nous renseigne sur le degré de pollution des effluents, ceci afin de pouvoir proposer un traitement des eaux usées plus adéquat et donc augmenter les performances de la station.

IV-1-5-3-1 INDICE DE BIODEGRADABILITE

Le rapport DCO/DBO₅ en entrée de la station caractérise la biodégradabilité de l'effluent.

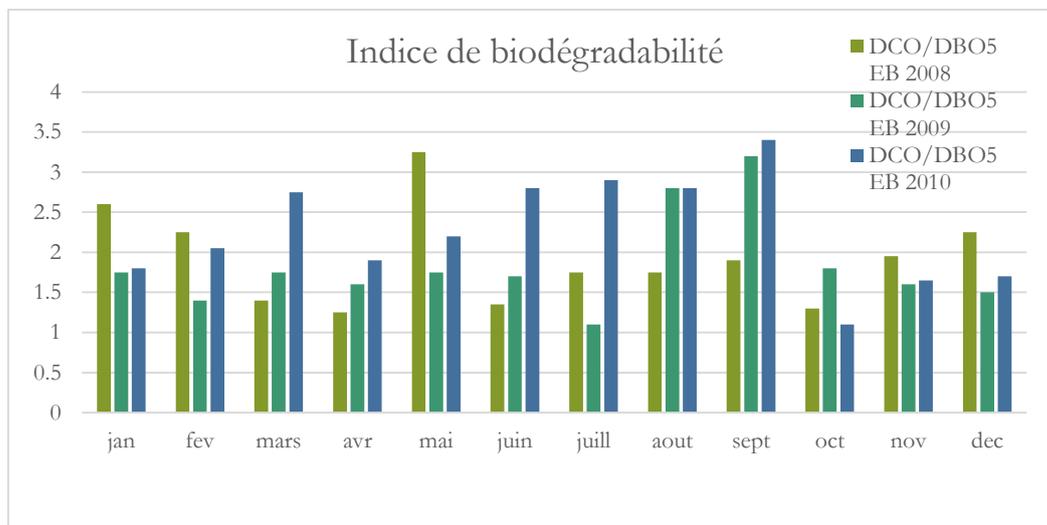


Figure IV.08 : Graphique de l'indice de biodégradabilité (2008, 2009, 2010)

Le rapport DCO/DBO₅ est ici compris entre 1.28 et 3.27 en 2008 avec une moyenne de 1.9. Il est compris entre 1.41 et 3.19 en 2009 avec une moyenne de 1.92 et varie entre 1.12 et 3.33 avec une moyenne de 2.3 en 2010 en entrée de station. Ces observations montrent une augmentation du rapport DCO/DBO₅ en 2010. Cette variation peut être due à une variabilité de la qualité de l'effluent. La moyenne du ratio DCO/DBO₅ est caractéristique d'un effluent domestique. Majoritairement, la valeur de la biodégradabilité est inférieure à 2, ce qui confirme la présence d'effluents industriels d'origine agro-alimentaire.

IV-1-5-4- SUIVI DU TRAITEMENT

Les performances du traitement biologique ont été évaluées en suivant les concentrations en sortie de station et les rendements pour les paramètres suivants ; DCO, NH₄, NO₃, NTK, PO₄.

IV-1-5-4-1- Suivi du traitement de la charge organique (DCO)

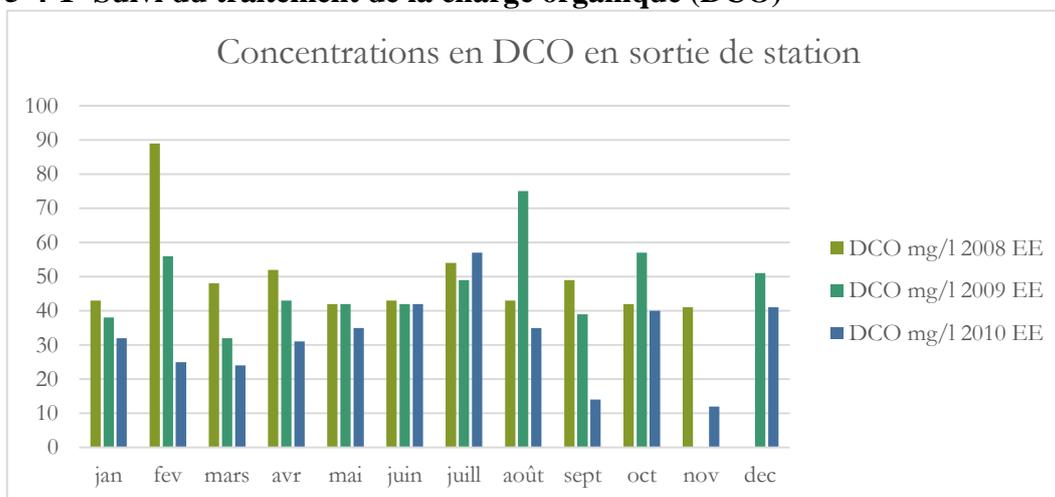


Figure IV.09 : Graphique de la concentration en DCO en sortie de station (2008, 2009, 2010)

La diminution importante de la concentration en DCO a pu être observée en septembre et novembre 2010. Celles-ci sont liées à des concentrations importantes des MES en sortie de station.

- Rapport DCO/DBO₅ en sortie de station

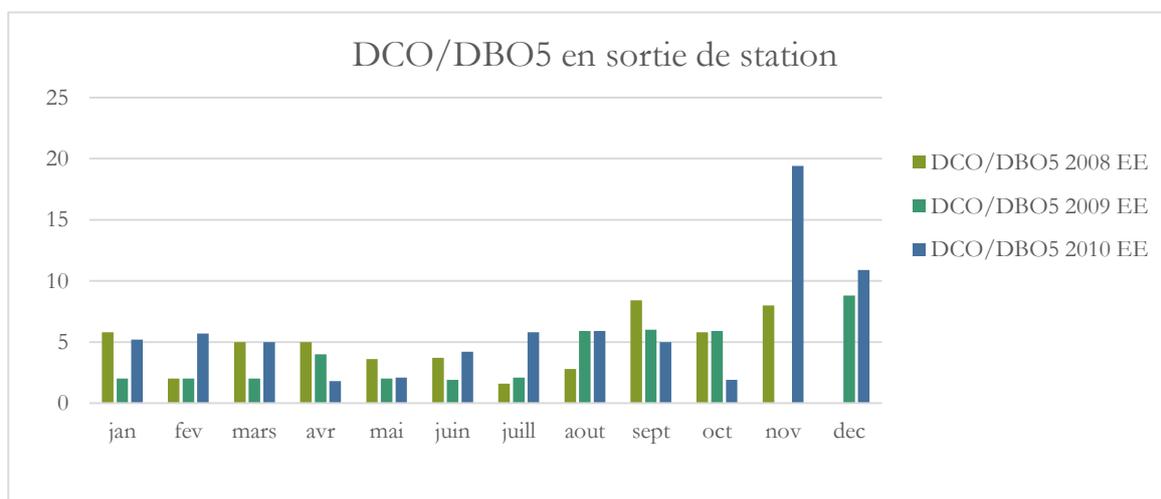


Figure IV.10 : Graphique du rapport DCO/DBO₅ en sortie de station (2008, 2009, 2010)

On trouve à l'issu des analyses effectuées en sortie de station un rapport DCO/DBO₅ moyen de 4.76 en 2008, de 3.99 en 2009 et de 5.93 en 2010 avec des valeurs maximales de 8.7 en 2008, de 8.9 en 2009 et de 19.5 en 2010.

IV-1-5-4-2- Suivi de la concentration en MES de l'eau de sortie

Le rendement moyen sur l'élimination des MES est de 92.6%. La moyenne annuelle des MES est de 13.5 mg/I dans l'eau épurée pour une valeur limite de 35 mg/I.

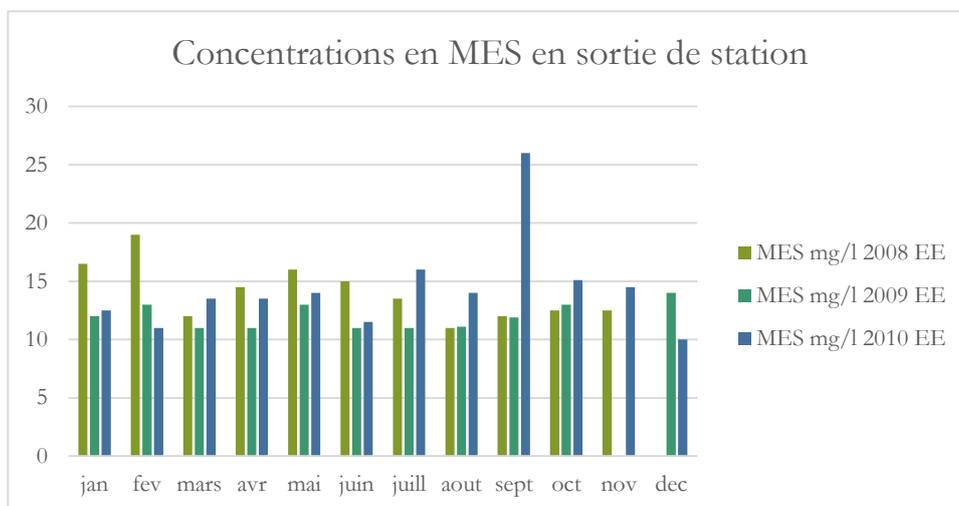


Figure IV.11 : Graphique de concentrations en MES en sortie de station (2008, 2009, 2010)

- **Rapport MES/DBO₅**

Tableau IV.09 : Rapport MES/DBO₅

| Caractéristiques | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------|------|------|------|
| <i>Moyenne</i> | 0.99 | 0.73 | 1.48 |
| <i>Max</i> | 1.8 | 1.03 | 2.89 |
| <i>Min</i> | 0.44 | 0.52 | 0.92 |

En 2010 ce ratio est en nette augmentation par rapport à la moyenne.

Les valeurs extrêmes du rapport MES/DBO₅ varient entre 0.44 et 1.8 en 2008, elles oscillent entre 0.52 et 1.03 en 2009. En 2010 ces valeurs varient entre 0.92 et 2.89. La valeur moyenne en 2010 est de 1.48.

IV-1-5-4-3- Caractérisation de la charge en azote

Tableau IV.10 : Rapport DCO/NTK

| DCO/NTK | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------|-------|-------|-------|
| <i>Moyenne</i> | 10.75 | 9.34 | 7.94 |
| <i>Max</i> | 14.34 | 13.19 | 12.84 |
| <i>Min</i> | 7.83 | 5.85 | 5.43 |

IDENTIFICATION, ORIGINES ET CAUSES DES DYSFONCTIONNEMENTS DE LA STATION

Pour un effluent urbain la valeur du ratio DCO/NTK est d'environ 4 à 5. Les valeurs moyennes du ratio DCO/NTK sont comprises entre 7.94 et 10.75. Ces observations nous indiquent que les rapports DCO/NTK sont trop élevés, cela risque de perturber la bonne nitrification de l'effluent.

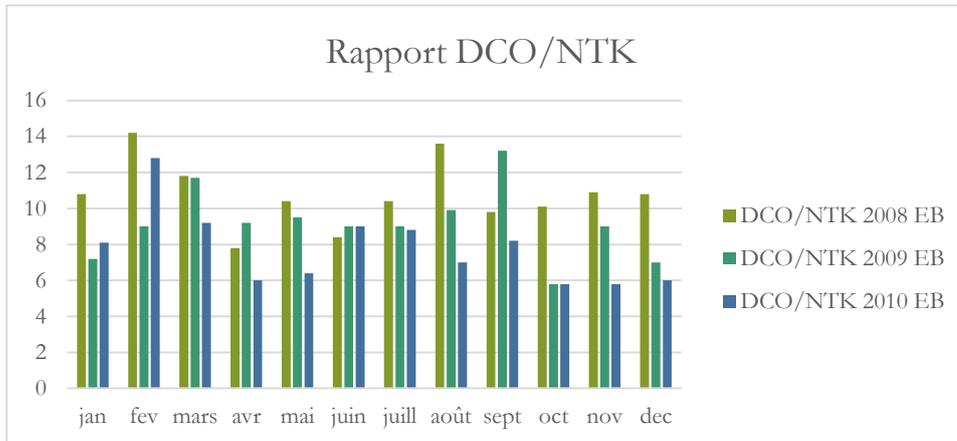


Figure IV.12 : Graphique du rapport DCO/DBO₅ (eau brute) (2008, 2009, 2010)

IV-1-5-4-4- Degré d'ammonisation

Le degré d'ammonisation représente le rapport NH₄/NTK estimé à partir de mesures faites sur des prélèvements en entrée de station.

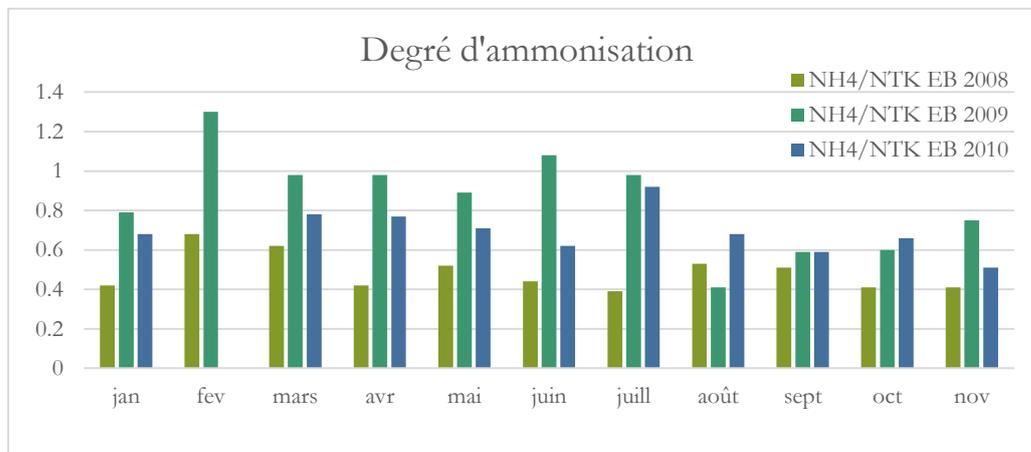


Figure IV.13 : Graphique de l'évolution du degré d'ammonisation de l'effluent en entrée de station (2008, 2009, 2010)

Afin de caractériser la pollution azotée apportée par l'effluent, nous déterminons son degré d'ammonisation. Celui-ci est donné par le ratio NH₄/NTK. Pour un effluent urbain la valeur de ce rapport est comprise entre 0.6 et 0.8. Pour les eaux brutes de Boumerdès, le degré d'ammonisation est compris entre 0.38 et 0.68.

- Suivi du traitement de l'ammonium NH_4^+

Tableau IV.11 : NH_4 éliminé en fonction de la DCO

| Caractéristiques | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| DCO EB mg/l | 620.02 | 516.08 | 375.51 |
| NH_4 EB/DCO EB | 0.049 | 0.091 | 0.14 |
| NH_4 éliminé mg/l | 26.53 | 37.21 | 48.16 |

La DCO semble avoir un effet inhibiteur sur l'oxydation de l'ammoniaque, sa concentration en sortie augmente.

IV-1-5-4-5- Suivi du nitrate (NO_3^-)

L'azote oxydé est assimilable aux nitrates. Celle-ci sont observées lors de fortes précipitations ou lorsque des eaux parasites riches en nitrates s'infiltrent dans le réseau unitaire.

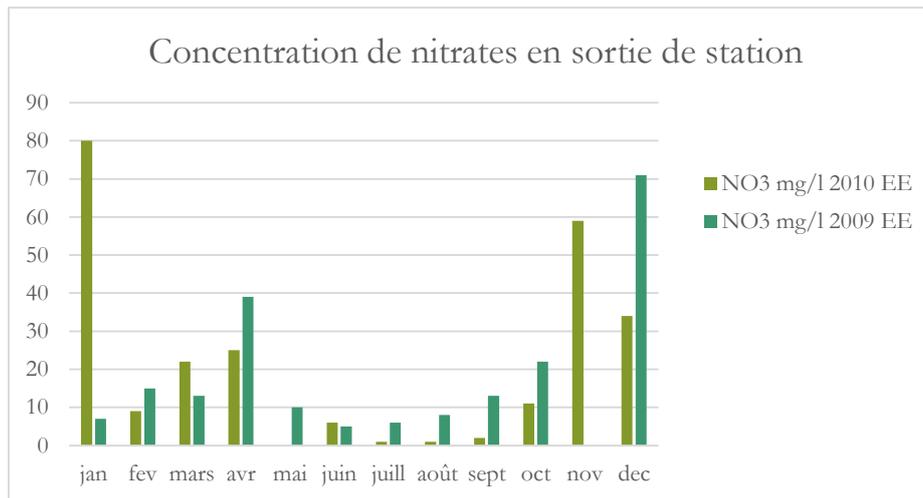


Figure IV.14 : Graphique de l'évolution de la concentration de nitrates en sortie de station (2009, 2010)

Les teneurs en nitrate de l'effluent de sortie varient entre 0.26 mg/l et 80.23 mg/l avec une moyenne de 19.22 mg/l en 2009 et 21.13 mg/l en 2010. Les concentrations moyennes enregistrées sont supérieures à 10 mg/l en nitrates comme étant une valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur, par contre elles sont inférieures à 50 mg/l, ce qui permet de déduire que ces effluents sont acceptables pour l'irrigation.

IV-1-5-4-6- Suivi de la concentration en PO_4^{3-}

Tableau IV.12 : Concentration en orthophosphates

| Teneurs résiduelles en po_4^{3-} (mg/l) | 2008 | 2009 | 2010 |
|--|-------|------|------|
| Moyenne | 9.86 | 7.34 | 5.66 |
| Max | 27.78 | 10 | 8.56 |
| Min | 6.42 | 2.93 | 2.93 |

Les teneurs résiduelles moyennes en ortho phosphates sont en nette diminution. Elles sont de 9.86 mg/l en 2008, 7.34mg/l en 2009 et 5.66 mg/l en 2010. Ces valeurs sont très élevées par rapport à la limite tolérable de 0.1 mg/l en phosphore total pour les rejets d'effluents dans un milieu sensible à l'eutrophisation, par contre elles sont inférieures à 10 mg/l en orthophosphates, comme étant une valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur.

IV-1-5-4-7- Boues produites

Tableau IV.13 : Boues produites

| Boues | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| Masse de Ms | 792.05 Ms | 849.72 Ms | 801.17 Ms |
| grMs/EH.j | 29.04 | 31.04 | 29.30 |
| MO % | 56.36 | 59.68 | 57.94 |
| Siccité % | 17.12 | 15.83 | 16.17 |

En 2010, la production de boue était de 801.17 tonnes de MS, en baisse d'environ 6% par rapport à 2009. La siccité moyenne des boues en sortie de l'étape de déshydratation est environ 16% et la fraction organique est restée supérieure à 56 %. On distingue une faible variation de la production totale de boues entre 2008 et 2010.

IV-1-5-4-8- Consommation des produits de traitement et d'électricité

Tableau IV.14 : Consommation des produits de traitement et d'électricité

| An | KWh/j | KWh/m ³ | KWh/an | Wh/EH.j | Polymères kg/tMs | DBO ₅ retenue (kg) | DCO retenue (kg) |
|------|---------|--------------------|-----------|---------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| 2008 | 2935.49 | 0.424 | 1071453.8 | 39 | 5.39 | 849720 | 1368020 |
| 2009 | 3361.37 | 0.294 | 1226900 | 45 | 6.046 | 1125262 | 2056666 |
| 2010 | 3772.56 | 0.328 | 1376984.4 | 50 | 5.11 | 573937 | 1436275 |

En 2010, la consommation électrique s'est élevée à 1376984.4 kWh (soit une consommation en hausse de 12% par rapport à 2009).

- **Energie électrique consommée**

L'analyse des chiffres démontre une consommation importante d'électricité par équivalent habitant traité en 2010 (50 Wh/EH.j), cette valeur est en hausse de 10% par rapport à 2009 et de 22% par rapport à 2008. Il est recommandé aux, à cause de ces consommations spécifiques élevées, de faire effectuer une analyse diagnostic énergétique de l'installation.

IV-1-5-4-9- Rapport Kg MS extraites/ Kg DBO₅ éliminé

Tableau IV.15 : Kg MS extraites/Kg DBO₅ éliminé

| Paramètres | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------|--------|---------|--------|
| MS extraites kg | 792050 | 849720 | 801170 |
| DBO ₅ éliminé kg | 849720 | 1125562 | 573937 |
| KgMS/kgDCO | 0.93 | 0.75 | 1.39 |

IV-1-5-4-10- Rapport Kg MS extraites/ Kg DCO éliminé

Tableau IV.16 : Kg MS extraites/Kg DCO éliminé

| Paramètres | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------|---------|---------|---------|
| MS extraites kg | 972050 | 849720 | 801170 |
| DCO éliminée kg | 1368020 | 2056666 | 1436275 |
| kgMS/kgDCO | 0.57 | 0.41 | 0.56 |

Tableau IV.17 : Quantité d'énergie nécessaire pour éliminer 1 kg de DBO₅ et 1 kg de DCO

| Paramètres | DBO ₅ | | | DCO | | |
|----------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Taux de charge/capacité nominale | 60 | 80 | 44 | 82 | 69 | 50 |
| Kwh/kg DBO ₅ | 1.26 | 1.09 | 2.39 | | | |
| Kwh/kg DCO | | | | 0.78 | 0.59 | 0.95 |

La quantité d'énergie nécessaire pour éliminer 1 kg de DCO a été de 0.95 en 2010. Cette valeur, en hausse de 61% par rapport à celle de 2009.

Tableau IV.18 : Charges et concentrations de DBO₅

| Paramètres | DBO ₅ admise | DBO ₅ retenues | Volume traité | Concentration |
|------------|-------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| 2008 | 886508.35 kg | 549763.6 kg | 2948710.9 m | 0.3 g/l |
| 2009 | 1184527 kg | 1125295 kg | 4209150.8 m | 0.28 g/l |
| 2010 | 661745 kg | 574145 kg | 4297626.8 m | 0.15 g/l |

La quantité d'énergie nécessaire pour éliminer 1kg de DBO₅ a été de 2.39 en 2010 (contre 1.26 en 2008 et 1.09 en 2009). Cela est à relier à la qualité de l'effluent en entrée de station. Ce ratio est un bon indicateur sur les performances de la station.

IV-1-5-5- CONCLUSION

Les valeurs obtenues avec des valeurs théoriques ou requises, nous ont permis d'identifier les postes nécessitant une optimisation. Ces observations nous permettent d'apporter les conclusions suivantes bien que ces eaux usées présentent une charge organique moyenne (rapports DB05/DCO = 0.43 à 0.53 et MES/DB05 = 0.73 à 1.48), elles présentent une biodégradabilité satisfaisante. Les dépassements en volumes enregistrés en périodes pluvieuses, particulièrement en 2010, nécessitent une étude et une meilleure compréhension du fonctionnement du réseau d'assainissement par temps de pluie et par temps sec.

IV-1-6- ANALYSE DES METAUX LOURDS

Dans l'effluent de la STEP de Boumerdès, des concentrations élevées d'arsenic et de sélénium ont été trouvées dans un échantillon, comme le montre le tableau suivant :

Tableau IV.19 : comparatif des résultats d'analyses des métaux lourds des EUE de la STEP et des bassins des deux agriculteurs (2012) par rapport à la norme FAO.

| Eléments | Teneur en mg/l | | | Normes FAO (mg/l) | Observations |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| | EUE STEP Boumerdès | EUE Bassin Rahmoune | EUE Bassin El flici | | |
| Cd | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,01 | Conforme à la norme |
| Zn | 0,35 | 0,84 | 0,26 | 2 | Conforme à la norme |
| Pb | 0,051 | 0,059 | 0,490 | 5 | Conforme à la norme |
| Cu | 0,020 | 0,010 | 0,02 | 0,2 | Conforme à la norme |
| Ni | <0,09 | <0,09 | <0,009 | 0,2 | Conforme à la norme |
| Co | <0,045 | <0,045 | <0,045 | 0,05 | Conforme à la norme |
| Se | 0,7982 | 0,6447 | 0,8677 | 0,02 | Non Conforme à la norme |
| As | 3,1315 | 4,1190 | 4,5673 | 0,1 | Non conforme à la norme |
| Cr | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,1 | Conforme à la norme |
| Pb | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 5 | Conforme à la norme |
| Co | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,05 | Non concluant |
| Fe | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 5 | Conforme à la norme |
| Mn | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,2 | Conforme à la norme |
| Br | 0,33 | 0,37 | <0,05 | 3 | Conforme à la norme |

La valeur limite pour l'arsenic (0,1 mg/l) avec 3,13 mg/l était dépassée de 30 fois. Tandis que celle du sélénium (0,02 mg/l) avec 0,8 mg/l a été dépassée de 40 fois. Les causes ne sont pas encore connues, néanmoins on peut dénombrer les principales sources de contamination de l'eau par les métaux qui sont les suivantes : les eaux usées industrielles, la production agricole, les polluants atmosphériques, les anciennes décharges, l'utilisation de substances dangereuse pour l'eau, ...etc

Etant donné que les eaux usées arrivant à la station d'épuration sont véhiculées à partir d'un réseau unitaire (dans notre cas), ceci peut orienter l'identification de la source de contamination vers deux hypothèses, à savoir : 1) Les eaux usées industrielles

2) La production agricole

Dans ce qui suit, on présentera à titre indicatif les principales unités industrielles ainsi que l'utilisation de pesticides dans la wilaya de Boumerdès.

IDENTIFICATION, ORIGINES ET CAUSES DES DYSFONCTIONNEMENTS DE LA STATION

IV-1-6-1- LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

Le secteur de l'industrie s'est développé durant les dix dernières années. Cette industrie engendre des effluents liquides potentiellement toxiques. Actuellement, à part quelques rares industries, les émissions liquides partent directement dans l'environnement sans aucune forme de traitement, donc contaminent l'eau souterraine et de surface librement.

Tableau IV.20 : Liste des principales unités industrielles de la wilaya de Boumerdès.

| Nom de l'unité industrielle | Localisation | Type d'activité | Volume rejeter m ³ /j | Lieu de rejet | Type de rejet |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------------------------------|-----------------|---------------|
| ONAB | Corso | Aviculture | 64 | Oued corso | Brut |
| ERIAD | Corso | Patte alimentaire | 240 | Chaaba | Brut |
| ENAFROID | Corso | Conservation | 8 | Chaaba | Brut |
| EPRC | Corso | Briqueterie | 26.4 | Chaaba | Brut |
| CERAMIQUE | Tidjelabine | Céramique | 240 | Chaaba | Brut |
| ONEX | Tidjelabine | Explosifs | 24 | Oued Sidi Yahia | Brut |

IV-1-6-2- PRODUCTION AGRICOLE

Les statistiques contenues dans le tableau suivant (IV.21) concernent les approvisionnements du secteur agricole public et privé. Les données sont collectées au niveau des coopératives agricoles de la wilaya par l'intermédiaire des Directions des Services Agricoles (DSA).

Tableau IV.21 : Statistiques des approvisionnements (année 2011) du secteur agricole de la wilaya de Boumerdès.

| Livraisons | Type | Quantité (quintal) |
|--|---------------------|--------------------|
| Engrais | Sulfate potasse 50% | 400 |
| | Sulfate d'ammonium | 100 |
| | N.P.K | 16.66 |
| | P.K | 5.11 |
| | T.S.P 45-46% | 1.53 |
| | Urée 46% | 9.47 |
| | Autres | 1.27 |
| | Total | 34.54 |
| Produits phytosanitaires solides | Fongicides | 96.6 |
| | Herbicides | 2.09 |
| | Insecticides | 20.16 |
| | Divers | 0.9 |
| | Total | 119.75 |
| Produits phytosanitaires liquides | Fongicides | 0.89 |
| | Herbicides | 0.67 |
| | Insecticides | 1.21 |
| | Divers | 0.63 |
| | Total | 3.4 |

IV-1-6-3- CONCLUSION

L'arsenic et le sélénium apparaissent de plus en plus comme des éléments polluants de toute première importance écotoxicologique. Ce sont en effet les éléments métalliques les plus toxiques et les plus fréquents dans les eaux et les sols, certaines matières résiduelles d'origines industrielles ou agricoles (engrais chimiques) en contiennent des doses suffisantes pour polluer l'environnement. Ils constituent alors un réel danger pour la santé humaine, commandant la mise en œuvre de procédés de décontamination les moins polluants possibles dans une perspective de santé publique.

Les dépassements d'arsenic et de sélénium dans l'eau usée épurée ne peuvent pas être empêchés par la STEP. Il est impératif de trouver la source de ces contaminations, et en particulier, celle pour le sélénium. Ensuite un traitement spécifique sur place doit être effectué.

Chapitre V

ETUDE DES SOLUTIONS ET VARIANTES

INTRODUCTION

Après l’élaboration de la première et deuxième phase qui consistaient à une reconnaissance, un diagnostic et la mise en évidence des dysfonctionnements de la station sur le plan dimensionnel et exploitation des installations. Il est à présent nécessaire de proposer les différentes solutions de mise à niveau de la station.

La station d’épuration de Boumerdès constitue l’organe central et l’aboutissement de tout le système d’assainissement, elle garantit une protection de l’environnement et constitue un confort pour la région qui doit être considérée comme un acquis majeur. Ainsi sa mise à niveau par rapport au développement futur est impérative et incontournable pour une adéquation avec un environnement propre.

A ce titre la station d’épuration existante compte tenu de sa capacité nécessite une extension. Cette extension reste liée à des critères prépondérants à savoir :

- Disponibilité du terrain d’assiette ;
- Nature juridique des terrains ;
- Itinéraire des collecteurs et conduites d’amenée ;
- Impact sur l’environnement immédiat.

V-1- METHODOLOGIE DE CACUL

V-1-1- PERSPECTIVES DEMOGRAPHIQUES

Afin de définir les paramètres prépondérants à l’étude des solutions et variantes qui permettront une mise à niveau de la station d’épuration de Boumerdès, il faut connaître l’évolution future de la population. On utilise la formule du taux d’accroissement exponentielle suivante :

$$P = P_0 (1+T)^N \dots \dots \dots (V.01)$$

Avec :

- ✓ P : population projetée.
- ✓ P₀ : population à l’année de référence.
- ✓ T : taux d’accroissement (dans notre cas T= 3.34%)
- ✓ N : nombre d’année compris dans l’intervalle de temps considéré.

V-1-2- ESTIMATION DES DEBITS

La production des eaux usées est conditionnée par le degré de consommation d’eau, elle est proportionnelle à la densité du tissu urbain.

Le débit des eaux potables est calculé en se basant sur deux débits partiels:

- Le débit de consommation en eau pour le secteur domestique.

Ce débit est donné par la formule suivante :

$$Q_c = N * D \dots \dots \dots (V.02)$$

Avec :

- N : nombre d’habitant.
- D : dotation (200l/j /hab).

- Le débit des eaux des équipements (Horizon 2011 voir **Annexe I**).

Ce débit est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{equip}} = \text{Dotation} * \text{Nombre d'unité} \dots \dots \dots (V.03)$$

V-1-3- EVALUATION DES REJETS

La quantité d'eau usée rejetée est de l'ordre de 80% des besoins en eau potable.

On calcule le débit rejeté par la formule suivante :

$$Q_{moy j} = (Q_c + Q_{equip}) * 0,8 \dots\dots\dots (V.04)$$

Avec :

- ✓ $Q_{moy j}$: Débit des eaux usées totales ;
- ✓ Q_c : Débit de consommation en eau pour le secteur domestique ;
- ✓ Q_{equip} : Débit des eaux des équipements ;

En définitif $Q_{moy j}$ représente le volume d'eau journalier à épurer.

V-1-4- EVALUATION DU NOMBRE D'EQUIVALENT HABITANT

L'équivalent habitant est une unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour exprimée en gramme d'oxygène nécessaire à sa dégradation.

Connaissant le débit d'eaux usées à l'horizon de calcul, l'équivalent habitant est déterminé par la formule suivante :

$$EH = \frac{Q_{moy j} \times 1000}{K_r \times D} \dots\dots\dots (V.05)$$

Avec :

- ✓ $Q_{moy j}$: Débit des eaux usées totales (m^3/j) ;
- ✓ K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée ;
- ✓ D : Dotation théorique l/j/hab (Pour la région de Boumerdès $D = 200$ l/j/hab).

V-2- DONNEES DE BASE

V-2-1- BALANCE ENTRE POPULATION BRANCHEE ET CAPACITE DE LA STEP

Tableau V.01 : Evolution de la consommation en eau potable et des rejets à différents horizons.

| Horizon | 2011 | 2020 | 2030 | 2040 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Population totale des 3 communes | 88506 | 118957 | 165225 | 229488 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m^3/j) | 17701,2 | 23791,4 | 33045 | 45897,6 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 32,743 | 42,486 | 53,525 | 53,525 |
| Q_{moy} Eaux usées totales (l/s) | 190,094 | 254,279 | 348,792 | 467,798 |
| Volume à épurer (m^3/j) | 16424,16 | 21961,07 | 30135,65 | 40417,78 |
| Equivalent habitant | 102 651 | 135 063 | 229 474 | 252 611 |

➤ **Capacité de la station d'épuration**

L'eau à traiter se présente selon les caractéristiques suivantes :

- Volume journalier 15 000 m^3/j
- Débit moyen en 24h 625 m^3/h
- Débit de pointe temps sec 1 063 m^3/h
- Débit de pointe temps de pluie 1 944 m^3/h
- DBO5 journalière 4 050kg/j
- MES journalière 5 250 kg/j

V-2-2- SYNTHÈSE

Une comparaison de la capacité effective de la station d'épuration avec le développement de la région branchée en l'occurrence des trois communes de Boumerdes, Corso et Tidjelabine fait ressortir des déficits en matière de prise en charge des effluents à partir de l'horizon 2011.

Les capacités installées sont suffisantes jusqu'à l'horizon 2011. Une extension de la STEP devient impérative, pour cela trois (03) hypothèses ont été proposées :

- Première hypothèse : renvoi de l'excédent vers la STEP de Boudouaou ;
- Deuxième hypothèse : extension de la STEP existante ;
- Troisième hypothèse : réalisation d'une nouvelle STEP.

V-3- VARIANTES

Les variantes qui vont être proposées sont guidées par les différents déficits constatés et surtout par l'impossibilité d'extension de l'actuelle station d'épuration. A ce titre il convient de signaler que l'assiette où se trouve l'actuelle station d'épuration n'offre aucune possibilité d'extension. Les terrains environnant sont pour la plupart utilisés, ceux qui sont libres sont inadaptés à l'installation d'une station d'épuration.

Partant de ces données trois (03) variantes ont été élaborées comme suit :

V-3-1- PREMIÈRE VARIANTE

Cette variante proposée répond dans une large mesure aux données des différentes balances et s'appuie sur deux zones distinctes :

- La première zone se situe à l'Est d'Oued Tatareg et englobe tout le centre de Boumerdes, El Karma (agglomération de Boumerdes), Tidjelabine ;
- La deuxième zone se situe à l'Ouest d'Oued Tatareg et englobe tout le plateau Ouest de Boumerdes et la commune de Corso.

Cette variante propose la déconnection de toute la deuxième zone de la STEP de Boumerdes et la rattache vers la STEP de Boudouaou.

Tableau V.02 : Données caractéristiques des eaux à traiter par la STEP existante de Boumerdes à différents horizons.

| Horizon | 2011 | 2020 | 2030 |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| Population | 40505 | 54441 | 75615 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m³/j) | 8101 | 10888,2 | 15123 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 17,53 | 20,895 | 25,07 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 89,033 | 117,533 | 160,084 |
| Volume à épurer (m³/j) | 7692,45 | 10154,85 | 13831,26 |
| Equivalent habitant | 48 078 | 63 468 | 86 445 |

Tableau V.03 : Données caractéristiques des eaux à transférer vers la STEP de Boudouaou à différents horizons.

| Horizon | 2011 | 2020 | 2030 |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| Population | 48001 | 64516 | 89609 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m³/j) | 9600,2 | 12903,2 | 17921,8 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 15,213 | 21,591 | 28,455 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 101,061 | 136,747 | 188,707 |
| Volume à épurer (m³/j) | 8731,67 | 11814,94 | 16304,28 |
| Equivalent habitant | 57 470 | 75 571 | 108 695 |

V-3-1-1 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA PREMIERE VARIANTE

- **Avantages**

- Séparation du système en deux zones distinctes.
- Élimination des collecteurs qui traversent Oued Tatareg.
- Soulagement de la SR₃ en matière de débits pompés.

- **Inconvénients**

-Refoulement contraignant vers la STEP de Boudouaou, ce qui peut causer un dépôt des matières en suspension dans la conduite et engendrer un entretien délicat.

V-3-2- DEUXIEME VARIANTE

A l'instar de la première variante, cette variante proposée répond dans une large mesure aux données des différentes balances et s'appuie aussi sur deux zones distinctes :

- La première zone se situe à l'Est d'Oued Tatareg et englobe tout le centre de Boumerdès, El Karma (agglomération de Boumerdès), Tidjelabine ;
- La deuxième zone se situe à l'Ouest d'Oued Tatareg et englobe tout le plateau Ouest de Boumerdès et la commune de Corso.

Cette variante propose la projection d'un module d'extension situé à proximité de l'actuelle station d'épuration ainsi que la déconnection de toute la deuxième zone de la STEP de Boumerdès et la rattache à celle de Boudouaou.

Cette vision permet de soulager la station d'épuration de Boumerdès qui fonctionnera avec un nouveau module d'extension situé à proximité.

Tableau V.04 : Données caractéristiques des eaux à traiter par la STEP de Boumerdès avec extension à différents horizons.

| Horizon | 2011 | 2020 | 2030 |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| Population | 48001 | 64516 | 89609 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m³/j) | 9600,2 | 12903,2 | 17921,8 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 15,213 | 21,591 | 28,455 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 101,061 | 136,747 | 188,707 |
| Volume à épurer (m³/j) | 8731,67 | 11814,94 | 16304,28 |
| Equivalent habitant | 57 470 | 75 571 | 108 695 |

Tableau V.05 : Données caractéristiques des eaux à transférer vers la STEP de Boudouaou à différents horizons.

| Horizon | 2011 | 2020 | 2030 |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| Population | 40505 | 54441 | 75615 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m³/j) | 8101 | 10888,2 | 15123 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 17,53 | 20,895 | 25,07 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 89,033 | 117,533 | 160,084 |
| Volume à épurer (m³/j) | 7692,45 | 10154,85 | 13831,26 |
| Equivalent habitant | 48 078 | 63 468 | 86 445 |

V-3-2-1- AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA DEUXIEME VARIANTE

- **Avantages**
 - Séparation du système en deux zones distinctes.
 - Elimination des collecteurs qui traversent Oued Tatareg.
 - Le module d'épuration à ajouter se trouve à proximité de l'actuelle STEP donc pas d'incidences majeures en matière d'exploitation.
 - Les travaux engendrés se feront sans grande contrainte.
- **Inconvénients**
 - L'implantation du module d'extension de la STEP serait séparée de l'aménagement actuel de la station d'épuration, cela reste un inconvénient majeur.

V-3-3- TROISIEME VARIANTE

La troisième variante répond dans une large mesure à une mise à niveau basée sur le respect des besoins par rapport aux horizons d'étude.

Ainsi cette variante prend en considération deux repères significatifs qui sont l'horizon 2025 et l'horizon 2040.

Tableau V.06 : Données caractéristiques des eaux à traiter par la STEP existante de Boumerdès (à moyen terme).

| Horizon | 2011 | 2020 | 2025 |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| Population | 40505 | 54441 | 64161 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m³/j) | 8101 | 10888,2 | 12832,2 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 17,53 | 20,895 | 20,895 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 89,033 | 117,533 | 135,533 |
| Volume à épurer (m³/j) | 7692,45 | 10154,85 | 11710,05 |
| Equivalent habitant | 48 078 | 63 468 | 73 188 |

Tableau V.07 : Données caractéristiques des eaux à transférer vers la nouvelle STEP (à moyen terme).

| Horizon | 2011 | 2020 | 2025 |
|---|---------|----------|----------|
| Population | 48001 | 64516 | 76034 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m ³ /j) | 9600,2 | 12903,2 | 15206,8 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 15,213 | 21,591 | 21,591 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 101,061 | 136,747 | 158,077 |
| Volume à épurer (m ³ /j) | 8731,67 | 11814,94 | 13657,85 |
| Equivalent habitant | 57 470 | 75 571 | 85 362 |

Tableau V.08 : Données caractéristiques des eaux à traiter par la STEP existante de Boumerdès (à long terme).

| Horizon | 2025 | 2030 | 2040 |
|---|----------|----------|----------|
| Population | 64161 | 75615 | 105025 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m ³ /j) | 12832,2 | 15123 | 21005 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 20,895 | 25,07 | 25,07 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 135,533 | 160,084 | 214,547 |
| Volume à épurer (m ³ /j) | 11710,05 | 13831,26 | 18536,86 |
| Equivalent habitant | 73 188 | 86 445 | 115 855 |

Tableau V.09 : Données caractéristiques des eaux à transférer vers la nouvelle STEP (à long terme).

| Horizon | 2025 | 2030 | 2040 |
|---|----------|----------|----------|
| Population | 76034 | 89609 | 124462 |
| Dotation (l/j/hab) | 200 | 200 | 200 |
| Consommation en eau potable (m ³ /j) | 15206,8 | 17921,8 | 24892,4 |
| Besoin en eau potable des équipements (l/s) | 21,591 | 28,455 | 28,455 |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 158,077 | 188,707 | 253,249 |
| Volume à épurer (m ³ /j) | 13657,85 | 16304,28 | 21880,71 |
| Equivalent habitant | 85 362 | 108 695 | 136 754 |

V-3-3-1- AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA TROISIEME VARIANTE

- **Avantages**

- Séparation du chef-lieu de Wilaya des autres agglomérations branchées au système ;
- Pas de nouvelle station de relevage, les anciennes stations seront réaménagées donc les surcoûts d'exploitation sont insignifiants.

- **Inconvénients**

- L'implantation de la STEP se fera que sur des terres à hautes potentialités agricoles.

V-4- COMPARAISON DES VARIANTES

Techniquement les trois variantes répondent à une mise à niveau des infrastructures d'assainissement de la région avec comme objectif principal l'épuration de ses eaux avant rejet vers un émissaire ou la mer.

Les trois variantes répondent aussi aux développements de la région (urbanisme, tourisme et agriculture).

L'objectif des trois variantes proposées s'inscrit dans le fait que l'assainissement ne soit pas seulement le moyen de véhiculer les effluents urbains hors des limites des agglomérations avant leur rejet dans un émissaire, mais il doit garantir le mode et moyen de préservation de l'environnement. Le caractère stratégique de la région qui présente une situation favorable pour le développement futur du tourisme, nécessite le traitement de toutes les formes de pollution et particulièrement celles générées par les eaux usées.

Compte tenu de l'objectif assigné, les trois variantes répondent dans une large mesure aux impératifs ciblés. Néanmoins leur comparaison du point de vue technique avantage la première et la deuxième variante. La première variante intègre à moyen terme une deuxième station d'épuration qui viendrait prendre en charge l'horizon allant de 2020 à 2030, c'est le cas de la deuxième variante sauf que celle-ci offre en plus l'avantage de la réalisation d'un module d'extension à proximité de l'actuelle STEP.

La comparaison technique à moyen terme rend les trois variantes acceptables, par contre si on intègre le long terme, seule la troisième variante dans son hypothèse répond aux critères de choix.

Quelques avantages méritent d'être signalés pour la deuxième variante, il s'agit de :

- Partage de la région concernée par l'axe d'Oued Tatareg (la région Ouest par rapport à l'Oued Tatareg est déconnectée de l'actuelle STEP existante) ;
- Les traversées d'Oued Tatareg par des collecteurs d'assainissement sont supprimées ;

Le choix de la deuxième variante qui permet la réalisation d'un module d'extension à proximité de la STEP existante est plus avantageux dans la perspective d'un développement durable. Cette variante dont la réalisation peut démarrer à court terme répond dans une large mesure aux objectifs guidant la mise à niveau.

La première variante offre beaucoup d'avantages et traite le moyen et le long terme elle mérite d'être prise en considération si le module d'extension prévu au niveau de la deuxième variante ne trouve pas un terrain d'assiette.

CONCLUSION

En conclusion nous proposons la deuxième puis la première variante.

Chapitre VI

*EXTENSION DE LA STATION
D'EPURATION DE BOUMERDES*

INTRODUCTION

Le principe essentiel à retenir pour le schéma des trois communes consiste principalement à faire converger toutes les eaux usées vers un ou plusieurs dispositifs d'épuration.

Cependant le traitement de ces eaux doit être en adéquation avec le milieu récepteur tout en répondant aux critères qui permettent de définir le mode et la capacité de traitement ainsi il sera tenu compte de :

- L'importance de la charge polluante à traiter.
- La qualité de l'effluent requise.
- La disponibilité du terrain.
- L'épuration de l'eau usée.
- Le traitement des boues.

VI-1- DONNEES DE BASE

Tableau VI.01 : Données de dimensionnement pour l'horizon 2030.

| Données caractéristiques des eaux à traiter par la STEP de Boumerdès avec extension à l'horizon 2030 | | | |
|---|-------------------|-----------------|---------|
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 188,7 | | |
| Equivalent habitant | 108 695 | | |
| Volume à épurer (m³/j) | 16304,28 | | |
| Données caractéristiques des eaux traitées par la STEP existante de Boumerdès | | | |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 138,889 | | |
| Equivalent habitant | 75 000 | | |
| Volume à épurer (m³/j) | 12000 | | |
| Données caractéristiques des eaux à traiter par le module d'extension | | | |
| Désignation | Capacité calculée | capacité module | Déficit |
| Qmoy Eaux usées totales (l/s) | 63,88 | 49,81 | -14,07 |
| Equivalent habitant | 33 695 | 25000 | -8 695 |
| Volume à épurer (m³/j) | 4304,28 | 4000 | -304,28 |

Il ressort qu'un module d'extension venant en complément à la STEP existante ne peut dépasser la capacité d'une seule file soit 25000 Eq.hab. Cette condition est liée à la disponibilité du terrain qui reste très limitée au niveau de l'assiette existante. Ainsi cette extension présente une prise en charge d'une partie de l'épuration à court terme avec un déficit théorique peu important.

VI-2- ESTIMATION DES CHARGES HYDRAULIQUES ET CHARGES POLLUANTES

VI-2-1- CHARGES HYDRAULIQUES

▲ **Débit moyen horaire**

Le débit moyen horaire est donné par la formule :

$$Q_{\text{moy h}} = \frac{Q_{\text{moy j}}}{24} \dots\dots\dots(\text{VI.01})$$

$$Q_{moy h} = \frac{16304.28}{24} = 679,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\underline{\underline{Q_{moy h} = 679,35 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

▲ **Débit moyens diurne**

C'est le débit correspondant à la période de 16h consécutives au cours de laquelle, la station reçoit le plus grand volume d'eaux usées. Elle s'étend généralement de 8h à 24h.

En suivant les conditions et l'importance des rejets, la période de débit maximum varie entre 14h et 18h.

Le débit moyen diurne est donné par la formule suivante :

$$Q_d = \frac{Q_{moy j}}{16} \dots\dots\dots(VI.02)$$

$$Q_d = \frac{16304.28}{16} = 1019 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\underline{\underline{Q_d = 1019 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

▲ **Débit de pointe par temps sec**

On doit définir un coefficient de pointe qui représente le rapport du débit moyen de l'heure la plus chargée au débit moyen journalier $Q_{moy j}$ (l/s) par la formule qui suit :

$$K_p = \begin{cases} 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy j}}} & \text{Si } Q_{moy j} \geq 2.8 \text{ l/s.} \\ 3 & \text{Si } Q_{moy j} < 2.8 \text{ l/s.} \end{cases}$$

Le débit de pointe par temps sec est donné par la formule :

$$Q_{pts} = K_p \times Q_{moy j} \dots\dots\dots(VI.03)$$

Dans notre cas le $Q_{moy, j} = 188.7 \text{ l/s}$ d'où le calcul du débit de pointe sera :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{188.7}} = 1.68$$

$$\text{Donc : } Q_{pts} = 1,68 \times 188.7 = 317 \text{ l/s}$$

$$\underline{\underline{Q_{pts} = 1141,31 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

▲ **Débit de pointe par temps de pluie (débit de la station)**

Le débit de pointe en temps de pluie est donné par :

$$Q_{ptp} = (2 \div 5) Q_{pts} \dots\dots\dots(VI.04)$$

Nous prenons $Q_{ptp} = 2 * Q_{pts}$

$$\text{Donc: } Q_{ptp} = 317 * 2 = 634 \text{ l/s}$$

$$\underline{\underline{Q_{ptp} = 2282,62 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Il conviendrait de préciser que le réseau d'assainissement de notre zone d'étude est unitaire, les ouvrages d'épuration seront donc dimensionnés sur la base d'un débit maximum (Q_{ptp}).

VI-2-2- CHARGES POLLUANTES

VI-2-2- 1- les résultats d'analyses des eaux usées

Les résultats d'analyse des échantillons d'eau usée sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau VI.02 : Résultats d'analyse des eaux usées.

| Paramètres | mg/l | kg/m ³ |
|------------------|-------|-------------------|
| DBO ₅ | 337,5 | 0,34 |
| MES | 437,5 | 0,44 |
| DCO | 750 | 0,75 |

▲ **Charge moyenne en DBO₅**

La charge en DBO₅ apportées par les eaux usées brutes par jour et par habitant est donnée par la formule suivante :

$$L_0 = [DBO_5] \times Q_{\text{moy j}} \dots \dots \dots \text{(VI.05)}$$

Avec :

- ✓ L₀ : Charge moyenne journalière en DBO₅ (Kg/j)
- ✓ [DBO₅] : La concentration moyenne en DBO₅ (Kg/m³)
- ✓ Q_{moy j} : Débit moyen journalier en (m³/j).

$$L_0 = 0.34 \times 16304.28 = 5543,5 \text{ Kg/j}$$

$$\underline{\underline{L_0 = 5543,5 \text{ Kg/j}}}$$

▲ **Charge moyenne en DCO**

La charge moyenne en DCO est estimée comme suit :

$$DCO = [DCO] \times Q_{\text{moy j}} \dots \dots \dots \text{(VI.06)}$$

Avec :

- ✓ DCO₀ : Charge moyenne journalière en DCO (Kg/j)
- ✓ [DCO] : Concentration moyenne en DCO (Kg/m³)
- ✓ Q_{moy j} : Débit moyen journalier en (m³/j).

$$DCO = 0.75 \times 16304.28 = 12228, 2 \text{ Kg/j}$$

$$\underline{\underline{DCO=12228, 2 \text{ Kg/j}}}$$

▲ **Charge moyenne en MES**

La charge en MES apportée par jour et par habitant est estimée à 70g/hab/j.

La charge polluante en MES est donnée par la formule suivante :

$$MES_0 = [MES] \times Q_{\text{moy j}} \dots \dots \dots \text{(VI.07)}$$

Avec :

- ✓ MES₀ : Charge moyenne journalière en MES (Kg/j)
- ✓ [MES] : La concentration moyenne en MES (Kg/m³)
- ✓ Q_{moy j} : Débit moyen journalier en (m³/j).

$$MES_0 = 0.44 \times 16304.28 = 7173,9 \text{ Kg/j}$$

$$\underline{\underline{MES_0 = 7173,9 \text{ Kg/j}}}$$

Le récapitulatif des principaux paramètres de dimensionnement est présenté dans le tableau suivant :

Tableau VI.03 : Récapitulatif des principaux paramètres de dimensionnement

| Paramètre | Unité | Horizon 2030 |
|--|-------------------|--------------|
| Capacité | Eq.Hab | 108695 |
| Charge hydraulique | | |
| - Journalière (Q _{mov j}) | m ³ /j | 16304,28 |
| - Moyenne horaire (Q _{moy h}) | m ³ /h | 679,35 |
| - Diurne horaire (Q _{md}) | m ³ /h | 1019 |
| - Coefficient de pointe | - | 1,68 |
| - Pointe horaire en temps sec (Q _{Pts}) | m ³ /h | 1141,31 |
| - Pointe horaire en temps de pluie (Q _{Ptp}) | m ³ /h | 2282,62 |
| Charge polluante | | |
| DBO₅ | | |
| - Concentration | mg/l | 337,5 |
| - Charge journalière | Kg/j | 5543,5 |
| MES | | |
| - Concentration | mg/l | 437,5 |
| - Charge journalière | Kg/j | 7173,9 |
| DCO | | |
| - Concentration | mg/l | 750 |
| - Charge journalière | Kg/j | 12228,2 |

VI-3- DIMENSIONNEMENT

VI-3-1- PRETRAITEMENT

Ils comportent les étapes suivantes :

- Dégrillage.
- Dessablage.
- Déshuilage.

VI-3-1-1- DEGRILLAGE

Il y a deux types :

- Dégrillage grossier.
- Dégrillage fin.

Dans notre cas seule la grille fine est nécessaire car les eaux proviennent de station de relevage munie elle-même d'un dégrilleur grossier.

A. La grille

La largeur de la grille fine, est donnée par la méthode de KIRSCHMER :

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max} (1 - \beta) \sigma} (m) \dots\dots\dots(VI.08)$$

Avec :

- ✓ L : Largeur de la grille (m).
- ✓ h_{max} : hauteur maximum admissible sur une grille. $h_{max} = (0,15 - 1.5)$
- ✓ β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d+e}$$

- ✓ d : épaisseur des barreaux (cm).
- ✓ e : espacement entre les barreaux (cm).
- ✓ σ : Coefficient de colmatage de la grille.
 - La grille manuelle : $\sigma = 0.25$
 - La grille mécanique : $\sigma = 0.5$
- ✓ S : Section mouillée de la grille $S = \frac{Q_p}{V}$ (m²)
- ✓ Q_p : Débit de pointe à temps sec (m³/s)
- ✓ V : Vitesse d'écoulement de l'effluent entre les barreaux, peut aller de 0.5 m/s à 1.5m/s (afin d'éviter de fortes pertes de charges et le colmatage des barreaux).
- ✓ α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal = 60°

Tableau VI.04 : Espacement et épaisseur des barreaux [7].

| paramètres | Grilles fines |
|------------|---------------|
| d (cm) | 1,00 |
| e (cm) | 0,3 à 1 |

- ✓ $Q_p = 0.317$ m³/s ;
- ✓ $V = 1$ m/s
- ✓ $S = 0.312$ m²
- ✓ $d = 1$ cm
- ✓ $e = 1$ cm
- ✓ $\beta = 1/2$
- ✓ $\alpha = 60^\circ$
- ✓ $h_{max} = 0.7$ m
- ✓ $\delta = 0.5$ (Grille automatique)

Tableau VI.05 : Caractéristiques de la grille fine.

| CARACTERISTIQUES DE LA GRILLE FINE | Filière existante | Après extension |
|--|-------------------|-----------------|
| hauteur de la grille (m) | 1 | 0,7 |
| Diamètre des barreaux (m) | 0,01 | 0,01 |
| espacement entre les barreaux (m) | 0,01 | 0,01 |
| fraction de surface occupée par les barreaux | -- | 1/2 |
| Largeur de la grille (m) | 1,5 | 1,5 |

B. Calcul des pertes de charges

Elles sont déterminées par la formule de KIRSCHMER qui suit :

$$\Delta H = \beta' \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{V^2}{2g} \sin\alpha \dots\dots\dots (VI.09)$$

Avec :

- ✓ ΔH : perte de charge (m) ;
- ✓ e : espacement entre les barreaux (cm) ;
- ✓ d : épaisseur des barreaux (cm) ;
- ✓ g : accélération de la pesanteur (m/s²) ;
- ✓ α : angle d'inclinaison de la grille (α =60°) ;
- ✓ V : vitesse d'écoulement dans la grille (m/s) ;
- ✓ β' : coefficient dépendant de la forme des barreaux.

Les valeurs de β' sont représentées dans le tableau suivant : [2]

Tableau VI.06 : les valeurs de β'.

| Type de barreau | β' |
|--|------|
| Section rectangulaire | 2,42 |
| Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont | 1,83 |
| Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval | 1,67 |
| Section circulaire | 1,79 |
| Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont | 0,76 |

▲ **Les pertes de charge pour la grille fine**

$$\Delta H = \beta' \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{V^2}{2g} \sin\alpha = 2.42 (1/1)^{\frac{4}{3}} \frac{(1^2/2g)}{2g} \sin 60 = 0.11m$$

ΔH =0.11m

C. Calcul du volume de déchets retenus au niveau de la grille

Le volume des déchets retenus par les grilles dépend :

- Du débit de l'effluent ;
- De la finesse du dégrillage.

Pour une eau usée urbaine, la quantité de déchets récupérée par les grilles par habitant et par an est estimée à :

- 5 à 10 l/hab/an pour une grille fine ;

Le volume des déchets retenus par jour est donné par la formule qui suit :

$$V = \frac{\text{Nombre d'habitants} \times V_{\text{retenu}}}{365} \text{ (m}^3/\text{j) } \dots\dots\dots (VI.10)$$

▲ **Volume des déchets retenus**

- $V_{\min} = (108695 \times 5) \cdot 10^{-3} / 365 = 1.49 \text{ m}^3/\text{j}$
- $V_{\max} = (108695 \times 10) \cdot 10^{-3} / 365 = 2.98 \text{ m}^3/\text{j}$.
- $V_{\text{moy}} = (V_{\max} + V_{\min}) / 2 = 2.24 \text{ m}^3/\text{j}$.

V_{moy} =2.24 m³/j

VI-3-1-2- DESSABLAGE-DESHUILAGE

Le bassin de dessablage déshuilage existant est de type aéré de forme circulaire, avec l'injection d'air assurant une turbulence constante.

- Les sables et les matières lourdes sont récupérés au fond de l'ouvrage.
- Les huiles et les graisses sont récupérées en surface par raclage.

➤ **Dimensionnement du bassin**

1- La surface horizontale du dessableur

La surface horizontale S_h est donnée par :

$$S_h = \frac{Q_{ptp}}{V_{asc}} \dots\dots\dots(VI.11)$$

Avec :

- ✓ V_{asc} : vitesse ascensionnelle comprise entre 10 et 20 m/h, pour notre cas on suppose une vitesse ascensionnelle $V_{asc}=15$ m/h
- ✓ Q_{ptp} : Débit de pointe par temps de pluie (m^3/h).

La surface horizontale de la partie dessablage sera :

$$S_h = \frac{2282.62}{15} = 152.17m^2 \qquad \underline{\underline{S_h = 152.17 m^2}}$$

2- Le volume du dessableur

Le volume du dessableur déshuileur est donné par la formule suivante :

$$V = Q_{ptp} * t_s \dots\dots\dots(VI.12)$$

Avec :

- ✓ Q_{ptp} : Débit de pointe par temps de pluie (m^3/s) ;
- ✓ V : Volume du déssableur déshuileur (m^3) ;
- ✓ T_s : Temps de séjour, On prend $T_s= 5min$.

Le volume sera :

$$V = 0.634 * 300 = 190.2 m^3 \qquad \underline{\underline{V = 190.2 m^3}}$$

3- La hauteur

La hauteur d'eau est donnée par la formule suivante :

$$h = \frac{V}{S_h} \dots\dots\dots(VI.13)$$

Donc : $h = \frac{190.2}{152.17} = 1.25m$ h = 1.25 m

4- Le diamètre

Le diamètre est calculé par la formule suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4Sh}{\pi}} \dots\dots\dots(VI.14)$$

$$\text{Donc : } D = \sqrt{\frac{4Sh}{\pi}} = 13.9 \text{ m}$$

$$D = 13.9 \text{ m}$$

5- Volume d'air à insuffler dans le dessableur

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5m³ d'air/m³d'eau.

$$q_{\text{air}} = Q_{\text{ptp}} \times V \dots\dots\dots(\text{VI.15})$$

Avec :

- ✓ V : le volume d'air à injecter (m³). On prend V= 1.5 m³ d'air/m³d'eau
- ✓ Q_{ptp} : Débit de pointe par temps de pluie (m³/s)

Donc :

$$q_{\text{air}} = 0.634 \times 1.5 = 0.951 \text{ m}^3 \text{ d'air/s} = 3423.6 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

$$q_{\text{air}} = 3423.6 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

6- Volume du sable déposé

Le volume du sable par habitant et par jour est donné par la relation suivante :

$$W_s = N \cdot P \cdot T \dots\dots\dots(\text{VI.16})$$

Avec :

- ✓ P : norme d'évacuation des sables par habitant et par jour prise égale à 12 l/hab/an [16].
- ✓ T : temps égale à un (01) jour
- ✓ N : nombre d'équivalent habitant

Donc :

$$W_s = 108695 \times 12 \times 10^{-3} \times 1 = 1304.34 \text{ m}^3/\text{an}$$

$$W_s = 1304.34 \text{ m}^3/\text{an}$$

7- Quantité de graisse

La quantité de graisse recueillis est fixée généralement à 5 l/hab/an [16].

$$Q_s = N \cdot V_G \dots\dots\dots(\text{VI.17})$$

Avec :

- ✓ N : nombre d'équivalent habitant
- ✓ V_G : teneur en graisse (l/hab/an)

Donc :

$$Q_s = 108695 \times 5 \times 10^{-3} = 543.5 \text{ m}^3/\text{an}$$

$$Q_s = 543.5 \text{ m}^3/\text{an}$$

8- Calcul de la quantité de matière éliminée par le dessableur

Le dessableur permet d'éliminer 70% de la matière minérale en suspension (MMS) qui représente 30% des matières en suspension (MES) pour un effluent urbain.

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS} \dots\dots\dots(\text{VI.18})$$

On a MES = 7173.9 Kg/j.

• **Quantité de matière volatile en suspension MVS à l'entrée du dessableur**

$$\text{MVS}_e = 70\% \text{ MES} = 0.7 \times 7173.9 = 5021.7 \text{ kg/j}$$

$$\text{MVS}_e = 5021.7 \text{ kg/j}$$

• **Quantité de MMS à l'entrée du dessableur :**

$$\text{MMS}_e = 30\% \text{ MES} = 0.3 \times 7173.9 = 2152.2 \text{ Kg/j}$$

$$\text{MMS}_e = 2152.2 \text{ Kg/j}$$

- **Quantité de MMS éliminée :**

$$MMS_{\text{éliminée}} = 0.7 \text{ MMS} = 0.7 \times 2152.2 = 1506.5 \text{ Kg/j.}$$

$$MMS_{\text{éliminée}} = 1506.5 \text{ Kg/j}$$

- **Quantité de MMS à la sortie du déssableur**

$$MMS_s = MMS_e - MMS_{\text{éliminée}} = 2152.2 - 1506.5 = 645.7 \text{ Kg/j}$$

$$MMS_s = 645.7 \text{ Kg/j}$$

- **Quantité de MES à la sortie du déssableur**

$$MES_s = MVS_e + MMS_s = 5667.4 \text{ Kg/j.}$$

$$MES_s = 5667.4 \text{ Kg/j}$$

VI-3-2- TRAITEMENT SECONDAIRE

Le traitement biologique à boues activées sera réalisé dans un ensemble complet qui comprend :

- ✓ Le bassin d'aération ;
- ✓ Le décanteur secondaire (clarificateur).

VI-3-2-1- DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION

Les bassins d'aération de forme rectangulaire sont alimentés en eaux usées dégrillées dessablées et dégraissées qui sont brassées avec les boues de retour et la liqueur mixte.

Chaque bassin est équipé d'aérateurs de surface à axe vertical reposant sur une passerelle en béton armé.

Chaque bassin est équipé de trois (03) oxymètres permettant de contrôler de manière continue la teneur en oxygène de la biomasse.

Après un temps de contact suffisant, le mélange eaux boues activées est évacué par l'intermédiaire d'un ensemble de déversoirs réglables vers les ouvrages de décantation secondaires en passant par une zone de dégazage.

➤ Charges polluantes

- **Charge massique :**

$$0.1 < C_m < 0.2 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j [13]}$$

$$C_m = 0.2 \text{ Kg DBO}_5/\text{kg MVS/j (selon la notice d'exploitation).}$$

- **Charge volumique**

$$0.3 < C_v < 0.6 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j [13]}$$

$$C_v = 0.4 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j}$$

Le bassin sera de forme rectangulaire, de longueur L, de largeur B et de hauteur H.

1- le volume du bassin :

$$V = L \cdot B \cdot H \dots\dots\dots(VI.19)$$

Avec :

- ✓ C_v : Charge volumique (kg DBO₅/m³.j) ; $C_v = 0.4 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j}$

- ✓ L_0 : charge polluante à l'entrée du bassin (kg DBO₅/j) ; $L_0 = 5543.5 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$

D'où : $V = L_0/C_v = 5543.5/0.4 = 13858.8 \text{ m}^3$

$V_{\text{total}} = 13858.8 \text{ m}^3$

❖ **Bassin existant**

Le volume total actuel des bassins d'aération de la STEP existante est de : **$10800 \text{ m}^3 = 3 * 3600 \text{ m}^3$**

Tableau VI.07 : Comparaison entre filière existante et filière après extension

| Caractéristiques | Filière existante | Après extension |
|---|-------------------|-----------------|
| Le volume total (m ³) | 10800 | 13858.8 |
| Nombre des bassins | 03 | 04 |
| Volume unitaire du bassin (m ³) | 3600 | 3464.7 |

Tableau VI.08 : Caractéristiques des bassins d'aérations.

| | |
|---|------|
| Nombre de bassin | 04 |
| Volume d'un seul bassin (m ³) | 3600 |
| Hauteur du bassin (m) | 4,5 |
| Longueur d'un bassin (m) | 54 |
| Largeur d'un bassin (m) | 15 |

Remarque : Le module d'extension aura un (01) bassin d'aération complémentaire et identique à ceux existants.

2- **Calcul de la masse totale des boues dans le bassin (X_a)**

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} \dots\dots\dots(VI.20)$$

Avec :

- ✓ C_m : Charge massique (kg DBO₅/ kg MVS/j). C_m = **0.38 Kg DBO₅/ kg MVS/j**
- ✓ L₀ : charge polluante à l'entrée du bassin (kg DBO₅/j). L₀ = **5400 kg/j**

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{5543.5}{0.2} = 27717.5 \text{ kg}$$

$X_a = 27717.5 \text{ Kg}$

3- **Calcul de la concentration de boues dans le bassin [X_a]**

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} \dots\dots\dots(VI.21)$$

Avec :

- ✓ X_a : masse totale des boues dans le bassin (Kg).
- ✓ V : Volume du bassin (m³)
- ✓ [X_a]: concentration des boues dans le bassin (Kg/m³)

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{27717.5}{13858.8} = 2 \text{ kg/m}^3$$

$[X_a] = 2 \text{ Kg/m}^3$

Remarque : La concentration des boues dans l'aérateur peut également être déterminée par le rapport des charges volumique et massique : $[X_a] = \frac{C_v}{C_m} = \frac{0.4}{0.2} = 2 \text{ kg/m}^3$

4- Temps de séjour

$$T_s = \frac{V}{Q} \dots \dots \dots (VI.22)$$

Avec :

Q : Débit de la station (m³/h) ;

V : Volume du bassin (m³) ;

T_s : Temps de séjour (h).

- Pour le débit moyen horaire

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy.h}} = \frac{13858.8}{679.35} = 20.4 \text{ h} \quad \underline{\underline{T_s=20.4 \text{ h}}}$$

- Pour le débit de pointe par temps sec

$$T_s = \frac{V}{Q_{pts}} = \frac{13858.8}{1141.31} = 12.14 \text{ h} \quad \underline{\underline{T_s=12.14 \text{ h}}}$$

- Pour le débit de pointe par temps de pluie

$$T_s = \frac{V}{Q_{ptp}} = \frac{13858.8}{2282.62} = 6.07 \text{ h} \quad \underline{\underline{T_s=6.07 \text{ h}}}$$

VI-3-2-1-1- CALCUL DE LA CHARGE POLLUANTE A LA SORTIE

La charge polluante à la sortie a une concentration conforme aux normes de rejets fixées à 30 mg/l de DBO₅.

$$L_f = [DBO_5]_f \cdot Q_{moy \ j} \dots \dots \dots (VI.23)$$

Avec :

✓ Q_{moy j} : Débit moyen journalier de la station (m³/j)

✓ [DBO₅]_f : Concentration finale de la DBO₅ à la sortie de la station (Kg/m³)

✓ L_f : Charge polluante en DBO₅ à la sortie du bassin d'aération.

D'où la charge polluante à la sortie est :

$$L_f = [DBO_5]_f \times Q_{moy \ j} = 0.03 \times 16304.28 = 489.13 \text{ Kg DBO}_5/\text{j} \quad \underline{\underline{L_f = 489.13 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}}}$$

VI-3-2-1-2- CALCUL DE LA CHARGE POLLUANTE ELIMINE L_e

$$L_e = L_0 - L_f \dots \dots \dots (VI.24)$$

Avec :

✓ L_e : charge en DBO₅ éliminée.

✓ L₀ : Charge polluante en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération.

✓ L_f : Charge polluante en DBO₅ à la sortie du bassin d'aération.

✓ L₀ = 5543.5Kg/j ; L_f = 489.13Kg/j

$$L_e = 5543.5 - 489.13 = 5054.4 \text{ Kg DBO}_5/\text{j} \quad \underline{\underline{L_e = 5054.4 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}}}$$

VI-3-2-1-3- LE RENDEMENT D'EPURATION

$$\eta_{ep} = (L_0 - L_f) / L_0 \dots \dots \dots (VI.25)$$

Avec :

- ✓ L_0 : Charge polluante en DBO_5 à l'entrée du bassin d'aération.
- ✓ L_f : Charge polluante en DBO_5 à la sortie du bassin d'aération.
- ✓ η_{ep} : Rendement d'épuration.

$$\eta_{ep} = \frac{5543.5 - 489.13}{5543.5} \times 100 = 91.2\%$$

$\eta_{ep} = 91.2\%$

VI-3-2-1-4- CALCUL DES BESOINS EN OXYGENE

Les besoin en oxygène sont multiples, ils sont calculés en fonction :

- de la pollution carbonée.
- de la respiration endogène des boues étalée sur 24 heures.

Le calcul théorique de la consommation d'oxygène est donné par la formule :

$$q_{o_2} = a' L_e + b' Xa \quad (\text{Kg/j}) \dots\dots\dots (\text{VI.26})$$

Avec :

- ✓ L_e : DBO_5 éliminée dans le bassin d'aération par jour (Kg).
- ✓ Xa : quantité de boues (MVS) présentes par jour dans le bassin d'aération (Kg).
- ✓ a' : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution [7].

$$0.48 < a' < 0.65$$

$a' = 0,6$

- ✓ b' : Fraction d'oxygène correspondante à la quantité de matière détruite par endogène pour fournir l'énergie d'entretien [7].

$$0.07 < b' < 0.11$$

$b' = 0,076$

a- Les besoins journaliers en oxygène

$$q_{O_2} = (0,6 \cdot 5054.4) + (0,076 \cdot 27717.5) = 5139.2 \text{ Kg } O_2/j.$$

$q_{O_2} = 5139.2 \text{ Kg } O_2/j$

b- La quantité d'oxygène horaire

$$q_{O_2/24} = 5139.2/24 = 214.1 \text{ Kg } O_2/h$$

$q_{O_2} = 214.1 \text{ Kg } O_2/h$

c- La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin

$$q_{O_2/m^3} = q_{O_2} / v = 5139.2/ 13858.8 = 0.4 \text{ Kg } O_2/m^3j$$

$q_{O_2/m^3} = 0.4 \text{ Kg } O_2/m^3j$

d- La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe

$$q_{O_2pte} = (a' L_e / Td) + (b' \cdot Xa / 24)$$

Td : période diurne en heures $Td = 16h$.

$$q_{O_2pte} = (0,6 \cdot 5054.4 / 16) + (0,076 \cdot 27717.5 / 24) = 277.3 \text{ Kg } O_2/h.$$

$q_{O_2pte} = 277.3 \text{ Kg } O_2/h$

VI-3-2-1-5- CALCUL DES BESOINS REELS EN OXYGENE

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

**EXTENSION DE LA STATION D'EPURATION
DE BOUMERDES**

Le passage des conditions théoriques aux conditions réelles s'effectue à l'aide des coefficients correcteurs [13].

$$q_{O_2 \text{ réel}} = \frac{q_{O_2}}{\alpha \cdot \beta} \dots\dots\dots (VI.27)$$

Avec :

- ✓ α : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre. Les coefficients de transfert dépendants de la nature de l'eau (MES, tensio-actif) et du système d'aération.

$$\alpha = \frac{C_s \text{ (eau usée)}}{C_s \text{ (eau épurée)}} = 0.8$$

- ✓ β : Tel que : $0.8 \leq \beta \leq 0.95$, [13] On prend : $\beta = 0.85$

Horaires : $q_{O_2 \text{ réel}} = \frac{277.3}{0.8 \cdot 0.85} = 407.8 \text{ Kg } O_2/h$ $q_{O_2 \text{ réel}} = 407.8 \text{ Kg } O_2/h$

Journalier : $q_{O_2 \text{ réel jour}} = \frac{5139.2}{0.8 \cdot 0.85} = 7557.6 \text{ Kg } O_2/j.$ $q_{O_2 \text{ réel}} = 7557.6 \text{ Kg } O_2/j$

VI-3-2-1-6- CALCUL DES CARACTERISTIQUES DE L'AERATEUR

1- Calcul des besoins en énergie dans le bassin d'aération (E_n)

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1 et 2 $kg O_2 / kWh$

$$E_n = \frac{q_{O_2}}{E_a} \dots\dots\dots (VI.28)$$

Avec :

- ✓ E_n : Puissance de l'aération nécessaire.
- ✓ q_{O_2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h).
- ✓ E_a : quantité d' O_2 par unité de puissance.

On prend : $E_a = 1.5 \text{ kgO}_2/ \text{ kWh}$ [7].

Donc : $E_n = \frac{407.8}{1.5} = 271.9 \text{ Kw}$ $E_n = 271.9 \text{ Kw}$

2- Puissance de brassage

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$E_b = S_h \cdot P_a \dots\dots\dots (VI.29)$$

Avec :

- ✓ P_a : puissance spécifique absorbée.
- ✓ La puissance spécifique absorbé (P_a) pour les aérateurs de surface est $P_a = 80 \text{ w/m}^2$ [13].
- ✓ S_h : surface horizontale du bassin (m^2).

Donc : $E_b = S_h \cdot P_a = 810 \cdot 80 = 64.8 \text{ Kw}$ $E_b = 64.8 \text{ Kw}$

3- Calcul du nombre d'aérateurs dans le bassin

Le brassage et l'oxydation seront assurés par un nombre d'aérateur ($N_{a\text{érateur}}$) de surface à axe vertical déterminé par la formule suivante :

$$N_a = E_n / E_b$$

$$N_a = 271.9 / 64.8 = 4.2$$

On prend quatre aérateurs (**$N_a=4$**).

$$N_a = 4$$

VI-3-2-1-7- BILAN DES BOUES

1- Calcul de la quantité des boues en excès

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

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - b X_a - X_{eff} \dots \dots \dots \text{(VI.30)}$$

Avec :

- ✓ X_{\min} : Boues minérales (30 % de MES)
- ✓ X_{dur} : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 des MVS [1].
- ✓ a_m : Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées /g DBO₅ éliminées).
 a_m varie entre 0, 55 < a_m < 0, 65. On prend $a_m= 0.6$ [1].
- ✓ L_e : Quantité de DBO₅ à éliminer (Kg/j).
- ✓ b : Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène. $b=0,07$
- ✓ X_a : Masse totale de MVS dans le bassin (Kg).
- ✓ X_{eff} : Fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30mg / l).

La charge journalière en MES à la sortie du déssableur déshuileur est : **5667.4 Kg/j.**

- $X_{\min} = 0,3 * 5667.4 = 1700.22 \text{ Kg/j}$ $X_{\min} = 1700.22 \text{ Kg/j}$
- $X_{dur} = 0.3 \text{ MVS} = 0.3 (0.7 * 5667.4) = 1190.2 \text{ kg/j}$ $X_{dur} = 1190.2 \text{ kg/j}$
- $a_m L_e = 0.6 * 5054.4 = 3032.64 \text{ Kg/j}$ $a_m L_e = 3032.64 \text{ Kg/j}$
- $b X_a = 0.07 * 27717.5 = 1940.23 \text{ Kg/j}$ $b X_a = 1940.23 \text{ Kg/j}$
- $X_{eff} = 0.03 * 16304.28 = 489.1 \text{ Kg/j}$ $X_{eff} = 489.1 \text{ Kg/j}$

Donc: $\Delta X = 1700.22 + 1190.2 + 3032.64 - 1940.23 - 489.1 = 3493.73 \text{ Kg/j}$

$$\Delta X = 3493.73 \text{ Kg/j}$$

2- Concentration de boues en excès

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots \dots \dots \text{(VI.31)}$$

Avec :

- ✓ X_m : Concentration de boues en excès (kg/j).
- ✓ I_m : L'indice de Mohlman. : Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette : (100 :150 ml/g) [7].

Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend : $I_m = 120$ ml/g.

D'où : $X_m = \frac{1200}{120} = 10$ g/l. **$X_m = 10$ g/l**

3- Le débit de boues en excès

Ce débit est donné par :

$$Q_{b \text{ excès}} = \frac{\Delta X}{X_m} \dots\dots\dots (VI.32)$$

Avec :

- ✓ ΔX : Quantité de boues en excès ;
- ✓ X_m : concentration des boues en excès.
- ✓ $Q_{b \text{ excès}}$: Débit des boues en excès.

Donc on aura : $Q_{b \text{ excès}} = \frac{3493.73}{10} = 349.4$ m³/j **$Q_{b \text{ excès}} = 349.4$ m³/j**

4- Le débit spécifique par m³ de bassin

Le débit spécifique est donné par la formule suivante :

$$q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} \dots\dots\dots (VI.33)$$

Avec :

- ✓ V : volume de bassin (m³) ;
- ✓ ΔX : Quantité de boues en excès (Kg/j)

Donc : $q_{sp} = \frac{3493.73}{13858.8} = 0.25$ Kg/m³/j **$q_{sp} = 0.25$ Kg /m³/j**

5- Les boues recirculées :

L'efficacité des procédés de traitement biologique par boues activées est basée sur une recirculation importante des boues. Ainsi les boues biologiques dont les valeurs épuratrices sont liées à la nature et à la vie des microorganismes sont recirculées pour leur plus grande part dans les bassins d'aération prévus.

- Le taux de recirculation des boues « R »

Il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{[X_a]}{X_m - [X_a]} \dots\dots\dots (VI.34)$$

Avec :

- ✓ R : taux de recirculation (%)
- ✓ $[X_a]$: concentration des boues dans le bassin = 2 Kg/m³

$$R = \frac{2}{10-2} \times 100 = 25 \%$$

$$R = 25 \%$$

- Le débit des boues recirculées

Le débit des boues recirculées est tributaire du débit journalier arrivant à la station d'épuration, il est donné par la formule qui suit :

$$Q_r = R \times Q_{\text{moy j}} \dots \dots \dots \text{(VI.35)}$$

Donc on aura :

$$Q_r = 0.25 \times 16304.28 = 4076.07 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_r = 4076.07 \text{ m}^3/\text{j}$$

6- Age des boues

C'est le rapport entre la quantité de boues présente dans le bassin d'aération et celle extraite quotidiennement. Il précise le temps de séjour moyens des boues dans l'aérateur.

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \dots \dots \dots \text{(VI.36)}$$

Avec :

- ✓ A_b : Age des boues (j) ;
- ✓ X_a : masse totale des boues dans l'aérateur (Kg) ;
- ✓ ΔX : Boues en excès (Kg/j).

$$A_b = \frac{27717.5}{3493.73} = 7.9 \text{ jours}$$

$$A_b = 7.9 \text{ jours}$$

VI-3-2-2 DIMENSIONNEMENT DU CLARIFICATEUR

Les performances de l'épuration biologique résultent de l'aération et de la clarification qui sur le plan technique forment une seule unité. Les liqueurs mixtes maintenues en suspension dans les bassins d'aération, passe dans deux bassins de clarification.

Ainsi à la sortie des bassins d'aération, la liqueur biologique sera soumise à une clarification de façon à séparer les boues activées de l'eau épurée et à les recycler dans les bassins d'aération afin de maintenir le taux de boues dans ces bassins.

Le dimensionnement du clarificateur est fonction de trois paramètres de base qui sont :

- Vitesse de chute ; $V_C = 0,6 \text{ m/h}$ [16].
- Temps de séjour = 2,5 h
- Le débit de la station; $Q_{\text{step}} = 2282.62 \text{ m}^3/\text{h}$

a. La surface horizontale de décantation :

$$Sh = Q_{\text{step}}/V_c \dots \dots \dots \text{(VI.37)}$$

$$Sh = 2282.62/0.6 = 3804.4 \text{ m}^2$$

$$Sh = 3804.4 \text{ m}^2$$

b. Hauteur du décanteur

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

c. Volume du décanteur

$$V = Sh \cdot h = 3804.4 \cdot 3 = 11413.2 \text{ m}^3$$

$$V = 11413.2 \text{ m}^3$$

d. Le diamètre du décanteur

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi.H}} \dots\dots\dots (VI.38)$$

$$D = \sqrt{\frac{4x\left(\frac{11413.2}{4}\right)}{3.14x3}} = 34.8 \text{ m}$$

D=34.8 m

Tableau VI.09 : Caractéristiques du clarificateur.

| Caractéristique du clarificateur | Filière existante | Après extension |
|---|-------------------|-----------------|
| Qp : débit de pointe (m ³ /h) | ---- | 2282.62 |
| Nombre de clarificateur | 03 | 04 |
| Profondeur d'eau utile (m) | 2,6 | 3 |
| Temps de séjour adopté (heure) | 2,5 | 2,5 |
| Volume total décanteur (m ³) | 3527 | 11413.2 |
| Volume unitaire décanteur (m ²) | 1175,6 | 2853.3 |
| Diamètre décanteur (m) | 24 | 34.8 |

Les résultats de dimensionnement sont reportés sur le tableau VI.10 :

Tableau VI.10 : Résultats de calcul du bassin d'aération et du clarificateur.

| Désignation | Unité | Résultats |
|--|-----------------------|-----------|
| Données de base | | |
| -Débit moyen journalier Q _{moy j} | m ³ /j | 16304.28 |
| -Débit moyen horaire Q _{moy h} | m ³ /h | 679.35 |
| -Débit de pointe Q _{pts} | m ³ /h | 1141.31 |
| -Charge polluante à l'entrée L _o | Kg/j | 5543.5 |
| -Concentration de l'effluent en DBO ₅ | mg/l | 337.5 |
| -La charge polluante à la sortie L _f | KgDBO ₅ /j | 489.13 |
| -La charge polluante éliminée L _e | KgDBO ₅ /j | 5054.4 |
| -Le rendement de l'épuration η _{ep} | % | 91.2 |
| Dimensions du bassin d'aération | | |
| -Volume du bassin V | m ³ | 13858.8 |
| -Nombre de bassins | - | 04 |
| -Hauteur du bassin H | m | 4.5 |
| -Surface horizontale du bassin Sh | m ² | 810 |
| -La masse de boues dans le bassin X _a | Kg | 27717.5 |
| -Concentration de boues dans le bassin [X _a] | Kg / m ³ | 2 |
| -Temps de séjours T _s | | |
| • débit moyen horaire | h | 20.4 |
| • débit de la station (Débit de pointe) | h | 6.07 |

Tableau VI.10 : Résultats de calcul du bassin d'aération et du clarificateur (suite).

| Besoins en oxygène | | |
|--|-------------------------------------|---------|
| -Besoins journaliers en oxygène : q_{O_2} | KgO ₂ /j | 5139.2 |
| -La quantité d'oxygène horaire $q_{O_2}/24$ | KgO ₂ /h | 214.13 |
| -La quantité d'oxygène nécessaire pour un m ³ du bassin q_{O_2}/m^3 | KgO ₂ /m ³ .j | 0.4 |
| -Besoin de pointe en oxygène q_{O_2pte} | KgO ₂ /h | 277.3 |
| Bilan des boues | | |
| -Quantité des boues en excès ΔX | Kg/j | 3493.73 |
| -Concentration de boues en excès X_m | Kg/m ³ | 10 |
| -Le débit de boues en excès $Q_{bexcès}$ | m ³ /j | 349.4 |
| -Le débit spécifique par m ³ de bassin q_{sp} | Kg/m ³ .j | 0.25 |
| -Le taux de recirculation des boues R | % | 25 |
| -Le débit des boues recirculées Q_r | m ³ /j | 4076.07 |
| -Age des boues A_b | j | 7.9 |
| Dimensions du clarificateur | | |
| -forme | circulaire | |
| -Nombre de bassins | - | 04 |
| -Volume | m ³ | 11413.2 |
| Hauteur | m | 3 |
| -Surface horizontale | m ² | 3804.4 |
| -Diamètre | m | 34.8 |

VI-3-3 TRAITEMENT TERTIAIRE (LA DESINFECTION)

L'eau épurée provenant du clarificateur contient des germes pathogènes, la désinfection de cette eau est obtenue par l'action d'agents chimiques soit une solution d'hypochlorite de sodium (eau de javel). L'eau désinfectée traverse un bassin de contact constitué par des chicanes.

VI-3-3-1- Calcul de la dose de chlore à injecter

La dose de chlore nécessaire dans les conditions normales est de 3 à 5 mg/l avec un temps de contact de 30 minutes. [1]

On utilisera une dose de 5 mg/l. La dose journalière en chlore sera donc :

$$D_j = Q_{moy j} * Cl_2 = 16304.28 \times 0.005 = 81.52 \text{ Kg/j.}$$

$$D_j = 81.52 \text{ Kg/j}$$

VI-3-3-2- Calcul de la quantité d'eau de javel

On prend une solution d'hypochlorite à 20°C [10].

$$\begin{array}{l}
 1^\circ \text{ de chlorométrie} \longrightarrow 3.17 \text{ g de Cl}_2/\text{l NaClO} \\
 2^\circ \text{ de chlorométrie} \longrightarrow C_{\text{javel}}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1^\circ \\ 2^\circ \end{array}} \right\} C_{\text{javel}} = 20 * 3.17/1 = 63.4 \text{ g Cl}_2/\text{NaClO}$$

$C_{\text{javel}} = 63.4 \text{ g Cl}_2/\text{l NaClO}$

VI-3-3-3- Quantité journalière d'hypochlorite de sodium

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ m}^3 \text{ de NaClO} \longrightarrow 63.4 \text{ Kg de Cl}_2 \\
 Q_j \longrightarrow 81.52 \text{ Kg}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \\ Q_j \end{array}} \right\} Q_j = 81.52/63.4 = 1.29 \text{ m}^3 \text{ NaClO/j}$$

$Q_j = 1.29 \text{ m}^3 \text{ NaClO/j}$

VI-3-3-4- Quantité annuelle d'hypochlorite de sodium

$$Q_a = Q_j * 365 = 470.9 \text{ m}^3 \text{ NaClO/an}$$

$Q_a = 470.9 \text{ m}^3 \text{ NaClO/an}$

VI-3-3-5- Dimensionnement du bassin de désinfection

- $Q_{\text{pts}} = 1141.31 \text{ m}^3/\text{h}$ (débit de pointe) ;
- $T_s = 30 \text{ mn}$;
- Le bassin est de forme rectangulaire ;

1- Le volume du bassin

$$V = Q_{\text{pte}} * T_s = 1141.31 * 30/60 = 570.7 \text{ m}^3$$

$V = 570.7 \text{ m}^3$

2- La hauteur du bassin

La hauteur d'eau du bassin de désinfection de la STEP de Boumerdès est de $H=2\text{m}$

3- La surface horizontale

$$S_h = V/H = 570.7 / 2 = 285.4 \text{ m}^2$$

$S_h = 285.4 \text{ m}^2$

4- La largeur et la longueur

La surface du bassin de désinfection de la STEP de Boumerdès est de $S=240 \text{ m}^2$ soit :

- une longueur : $L = 20\text{m}$; Largeur : $B = 12 \text{ m}$

Tableau VI.11 : Caractéristiques du bassin de désinfection

| Caractéristiques | Filière existante | Après extension |
|---|-------------------|-----------------|
| Débit de pointe (m ³ /h) | --- | 1141.31 |
| Volume d'eau utile (m ³) | 480 | 570.7 |
| Temps de contact au débit maximal par temps sec | 20 | 30 |
| Hauteur d'eau décantée (m) | 2 | 2 |
| Surface du bassin (m ²) | 240 | 285.4 |
| Largeur du bassin (m) | 12 | 12 |
| Longueur du bassin (m) | 20 | 20 |
| Nombre de chicane | 9 | 9 |
| distance entre chicane | 1,5 | 1,5 |
| Longueur de chicane | 9 | 9 |

Il ressort qu'après mise en place d'un module d'extension, le bassin de chloration sera doublé d'un bassin identique, cette extension est due d'une part au débit qui a augmenté et d'autre part au temps de contact.

VI-3-4- TRAITEMENT DES BOUES

VI-3-4-1- EPAISSISSEUR

L'épaississeur a pour rôle de concentrer un maximum de boues pour réduire leurs volume ainsi cet ouvrage est en béton et de forme cylindrique à fond conique, l'équipement se compose essentiellement de :

- un groupe de commande posé sur une passerelle
- un arbre vertical tournant qui permet l'entraînement des herse d'épaississement ainsi que les racleurs de fond
- un cylindre central, solidaire de la passerelle qui permet l'alimentation en boues de l'épaississeur.

Le surnageant passe par sur verse dans une goulotte périphérique, et les boues épaissies sont ramenées par les racleurs de fond dans un puits central, également raclé, d'où elles sont reprises au moyen de pompes pour être refoulées vers un dispositif de déshydratation à bande presseuse.

La charge massique est généralement prise entre 20 et 60 kg/m².j
Pour les boues activées fraîches, on opte pour Cm=30 kg/m².j

1- Les boues issues du décanteur secondaire

Les boues secondaires représentent les boues en excès : DX_s= 3493.73 Kg/j.

DX_s= 3493.73 Kg/j

2- La surface horizontale

On utilise la formule suivante :

Sh = DX_s/Cm..... (VI.39)

Sh = 3493.73/30 = 116.5 m²

Sh=116.5 m²

3- Le diamètre

Notre épaississeur a une forme circulaire de diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 116.5}{\pi}} = 12.2 \text{ m}$$

D =12.2m

4- Hauteur de l'épaississeur

H = 3m

5- Le volume de l'épaississeur

V = Sh*h = 116.5 * 3 = 349.5 m³

V=349.5 m³

6- Calcul du débit des boues épaissies

La concentration des boues après épaississement par décantation est de l'ordre de 80 à100 g/l.
on prend : C_{be} = 85g /l.

Q_b = DX_t / 85 = 3493.73/85 = 41.1 m³/j.

Q_b = 41.1 m³/j.

Tableau VI.12 : Caractéristiques de l'épaississeur.

| Caractéristiques | Filière existante | Après extension |
|---|-------------------|-----------------|
| Quantité des boues produite au niveau du décanteur (kg/j) | --- | 3493.73 |
| La charge massique (kg/m ² .j) | 30 | 30 |
| la surface de l'épaississeur (m ²) | 133,8 | 116.5 |
| diamètre de l'épaississeur (m) | 13 | 12.2 |
| hauteur de l'épaississeur (m) | 3 | 3 |
| volume de l'épaississeur | 400 | 349.5 |

VI-3-4-2 DESHYDRATATION MECANIQUE :➤ **Bande de déshydratation**

La déshydratation mécanique existante est constitué d'une bande de :

- Largeur B=2m.
 - Longueur L=4,49 m.
 - Vitesse V=21 à 150 tr/min. (ensemble flocculateur-répartiteur équipé d'un agitateur moto réducteur)
 - Alimentation 380V.
 - Motoréducteur entrainement des toiles vitesse de 1,1 à 5,6 tr/min.
 - Contacteur niveau haut de pression (02).
 - Contacteur niveau bas de pression (02).
 - Groupe électrocompresseur 1000 litres et pression 7 bars.
- Une même bande identique sera rajoutée à celle qui existe.

CONCLUSION

L'étude de dimensionnement montre que l'implantation d'un module d'extension à proximité de l'actuelle station d'épuration de Boumerdès peut être envisagée. Celui-ci occuperait une surface identique à celle des ouvrages existants et permettrait de traiter les eaux usées de la zone Ouest de l'Oued Tatareg, ce qui permettrait d'accueillir 25000 Equivalent habitant de plus.

Chapitre VII

CALCUL HYDRAULIQUE

INTRODUCTION

Une fois les différents ouvrages constituant la station d'épuration dimensionnés, il est nécessaire de procéder au dimensionnement des conduites reliant ces derniers, ainsi que la conduite de refoulement. Un bon fonctionnement hydraulique de la station d'épuration nécessite la détermination des côtes du radier et des côtes piézométriques des différents ouvrages la constituant.

VII-1-Calcul des dimensions de la conduite d'amenée

On calcule le diamètre de l'émissaire qui véhiculera le débit d'eau total :

$$Q_{step} = 0.634 \text{ m}^3/\text{s}; \quad I = 0.1 \text{ \%}$$

▲ **D'après l'abaque de Bazin (Annexes 01 et 02)**

- ✓ $D_e = 1200 \text{ mm}$
- ✓ $Q_{ps} = 0.88 \text{ m}^3/\text{s}$ (débit à pleine section).
- Avec les paramètres hydrauliques :
- ✓ $r_Q = Q_{step}/Q_{ps} = 0.72$ (rapport des débits).
- ✓ $r_H = H_r/D_e = 0.63 \Rightarrow H_r = 0.63 \cdot 1200 = 756 \text{ mm}$ (hauteur de remplissage).

VII-2- Relevage

Le poste de relevage permet d'acheminer les eaux arrivant à la station à un point bas vers les ouvrages de traitement.

VII-2-1-Dimensionnement du puisard

Le volume du puisard est donné par la relation suivante :

$$V = Q_{pt} * t_s / 4 \dots\dots\dots(VII.01)$$

Avec :

- ✓ Q_{step} : Débit de la station = $0.634 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ t_s : temps de séjour ($t_s = 10 \text{ minutes}$).
- ✓ La hauteur du puisard ne doit pas dépasser 5m. On prend $H = 5 \text{ m}$.
- ✓ On fixe la longueur du puisard (L) à 4.5 m.

Les résultats de dimensionnement du puisard sont regroupés dans le tableau qui suit :

Tableau VII.01 : Dimensions du puisard.

| Désignation | Volume (V) | Hauteur (H) | Surface (S) | Longueur (L) | Largeur (B) |
|-------------|----------------|-------------|----------------|--------------|-------------|
| Unités | m ³ | m | m ² | m | m |
| Valeurs | 95.1 | 5 | 19.02 | 4.5 | 4.2 |

VII-2-2- La conduite de refoulement

On a: $Q_{step} = 2282.4 \text{ m}^3/\text{h}$.

D'après la formule de BONNIN :

$$D_{éco} = \sqrt{Q_p} \text{ (m)} \dots\dots\dots (VII.02)$$

$$Q_{step} = 0.634 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow D_{éco} = 0,8 \text{ m}$$

D = 800mm

La vitesse d'écoulement est : $V = 4.Q/\pi.D^2 \dots\dots\dots (VII.03)$

V = 1.26 m/s

VII-2-3- Calcul de la hauteur manométrique de la pompe

$$H = H_g + \Sigma h_{p \text{ lin}} + \Sigma h_{p \text{ sin}} + P_{exh} \dots\dots\dots (VII.04)$$

Avec :

- ✓ H : perte de charge totale dans la conduite sous pression (m) ;
- ✓ Hg : différence des cotes (partie souterraine et surface) (m) ;
- ✓ $\Delta H = \sum h_{p \text{ lin}} + \sum h_{p \text{ sin}}$: pertes de charge linéaire et singulière = 1,05 $\sum h_{p \text{ lin}}$
- ✓ P_{exh} : pression à l'exhaure $P_{\text{exh}} = (1 : 1.5) \text{ m}$

Le poste de relevage reçoit les eaux provenant du collecteur CT2 dont la hauteur manométrique totale de la pompe est : HMT=6m

HMT= 6 m

VII-3-Profil hydraulique

Le profil hydraulique consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, qui nous renseignent sur la position de la ligne de charge.

Les Côtes moyennes du terrain naturel des zones d'implantation des ouvrages sont représentées sur le tableau ci –dessous :

Tableau VII.02 : Côtes terrain naturel moyenne d'implantation des différents ouvrages.

| Ouvrages | Dégrilleur | Déssableur Déshuileur | Bassin d'aération | Clarificateur | Bassin de désinfection |
|----------------|------------|--------------------------|----------------------|---------------|---------------------------|
| CTN (m) | 26.62 | 24.08 | 23.66 | 23.33 | 23.01 |

VII-3-1- Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration

Pour calculer les pertes de charge dans les conduites on utilisera la formule de Darcy définie par :

$$\Delta H = 8\lambda \frac{L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \dots \dots \dots \text{(VII.05)}$$

Avec :

- ✓ L : longueur des conduites (m)
- ✓ λ : Coefficient de perte de charge. $\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$
- ✓ Q : débit de la station (m³/s)
- ✓ D : diamètre des conduites (m)

VII-3-1-1- Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières tel que : $L_{eq} = 1,15 \cdot L_{réelle}$

Toutes les canalisations seront dimensionnées de façon qu'on leur impose une pente de 1,5% pour permettre un bon écoulement de l'eau et assurer l'auto-curage avec une vitesse minimale de 0,6 m/s et éviter l'abrasion pour les vitesses supérieures à 5 m/s.

Tableau VII.03 : Longueurs réelles des conduites entre les ouvrages de la STEP.

| Ouvrages | L équivalente (m) |
|--|-------------------|
| Dégrilleur - Déssableur-déshuileur | 8.05 |
| Déssableur-déshuileur - Bassin d'aération | 22.37 |
| Bassin d'aération - Clarificateur | 41.48 |
| Clarificateur - Bassin de désinfection | 46.69 |

VII-3-1-2 Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges :

➤ **Conduite dégrilleur - déssableur :**

$Q_{step} = 0.634 \text{ m}^3/\text{s}$, $I = 1,5\%$, et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **$D = 800 \text{ mm}$**

$Leq = 8.05 \text{ m}$ $\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\epsilon}{D})^{-2}$

Nature du matériau : béton dont la rugosité est de 1 mm donc :

$\lambda = 0,02107$

$\Delta H = 8 * 0.02107 \frac{8.05 * 0.63^2}{\pi^2 * g * 0.8^5} = 0.017 \text{ m}$

$\Delta H = 0.017 \text{ m}$

Le calcul est le même pour les autres conduites, Les résultats obtenus sont résumés ci-après :

➤ **Conduite déssableur – bassin d'aération**

$\Delta H = 8 * 0.02107 \frac{22.37 * 0.63^2}{\pi^2 * g * 0.8^5} = 0.047 \text{ m}$

$\Delta H = 0.047 \text{ m}$

➤ **Conduite bassin d'aération – clarificateur**

$\Delta H = 8 * 0.02107 \frac{41.48 * 0.63^2}{\pi^2 * g * 0.8^5} = 0.087 \text{ m}$

$\Delta H = 0.087 \text{ m}$

➤ **Conduite clarificateur – bassin de désinfection**

$\Delta H = 8 * 0.02107 \frac{46.69 * 0.63^2}{\pi^2 * g * 0.8^5} = 0.098 \text{ m}$

$\Delta H = 0.098 \text{ m}$

VII-3-2- Calculs des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de BERNOULLI donnée par :

$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$ (VII.06)

Avec:

- ✓ P_1/W et P_2/W : énergies de pression dans les sections (1) et (2).
- ✓ $V_1/2g$ et $V_2/2g$: énergies cinétiques en (1) et (2).
- ✓ Z_2 et Z_1 : cotes des points (1) et (2).
- ✓ H_{1-2} : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées donc :

$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$

On pose : $P_1/W = H_1$ et $P_2/W = H_2$

Donc : $H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$

$Cp_1 = H_1 + Z_1$: cote piézométrique au point (1).

$Cp_2 = H_2 + Z_2$: cote piézométrique au point (2).

$Cp_1' = Cp_2 + H_{1-2}$ (VII.07)

➤ **Cote piézométrique du dégrilleur :**

On a la cote de terrain naturelle du dégrilleur $CTN_D = 26,62$

$Z_d =$ cote terrain du radier = 26,62 m

et la hauteur d'eau dans le dégrilleur est de $H_d = 0,7$ m

D'où $C_{pd} = Z_d + H_d = 26,62 + 0,7$; $C_{pd} = 27,32$ m

$$C_{pd} = 27,32\text{m}$$

➤ **Cote piézométrique du dessableur-déshuileur :**

La hauteur d'eau dans le dessableur-déshuileur est de $H_{d-d} = 1,25$ m

$H_d + Z_d = H_{d-d} + Z_{d-d} + \Delta H$

$Z_{d-d} = H_d + Z_d - H_{d-d} - \Delta H$

$Z_{d-d} = 27,32 - 1,25 - 0,017$; $Z_{d-d} = 26,05$ m

$C_{pd-d} = Z_{d-d} + H_{d-d} = 26,05 + 1,25$; $C_{pd-d} = 27,3$ m

$$C_{pd-d} = 27,3\text{m}$$

➤ **Cote piézométrique du bassin d'aération :**

La hauteur d'eau dans le bassin d'aération est de $H_{BA} = 4,5$ m

$H_{d-d} + Z_{d-d} = H_{BA} + Z_{BA} + H_{dd-BA}$

$Z_{BA} = H_{d-d} + Z_{d-d} - H_{BA} - \Delta H$

$Z_{BA} = 27,3 - 4,5 - 0,047$; $Z_{BA} = 22,75$ m

$C_{pBA} = Z_{BA} + H_{BA} = 22,75 + 4,5$; $C_{pBA} = 27,25$ m

$$C_{pBA} = 27,25\text{ m}$$

➤ **Cote piézométrique du clarificateur :**

La hauteur d'eau dans le clarificateur de $H_c = 3$ m

$H_{BA} + Z_{BA} = H_c + Z_c + H_{BA-c}$

$Z_c = H_{BA} + Z_{BA} - H_c - \Delta H$

$Z_c = 27,25 - 3 - 0,087$; $Z_c = 24,16$ m

On remarque que $Z_{BA} < Z_c$, afin de garder une bonne pente on fait un décapage de 1.5 m supplémentaire, on aura : $Z_c = 22,66$ m

$C_{pc} = Z_c + H_c = 22,66 + 3$; $C_{pc} = 25,66$ m

$$C_{pc} = 25,66\text{ m}$$

➤ **Cote piézométrique du bassin de désinfection :**

La hauteur d'eau dans le bassin de désinfection est de $H_{Bd} = 2$ m

$H_c + Z_c = H_{Bd} + Z_{Bd} + H_{c-Bd}$

$Z_{Bd} = H_c + Z_c - H_{Bd} - \Delta H$

$Z_{Bd} = 25,66 - 2 - 0,098$; $Z_{Bd} = 23,56$ m

On remarque que $Z_c < Z_{Bd}$, afin de garder une bonne pente on fait un décapage de 1.5 m supplémentaire, on aura : $Z_c = 22,06$ m

$C_{pBd} = Z_{Bd} + H_{Bd} = 22,06 + 2$; $C_{pBd} = 24,06$ m

$$C_{pBd} = 24,06\text{ m}$$

Tableau VII.04 : Récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.

| Désignation | Cote terrain naturel (m) | Cote du radier (m) | Plan d'eau (m) | ΔH (m) | Cote piézométrique (m) |
|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------------|
| -Dégrilleur | 24.62 | 26.62 | 0.7 | | 27.32 |
| -Dessableur-déshuileur | 24.08 | 26.05 | 1.25 | 0.017 | 27.3 |
| -Bassin d'aération | 23.66 | 22.75 | 4.5 | 0.047 | 27.25 |
| -Clarificateur | 23.33 | 22.66 | 3 | 0.087 | 25.66 |
| -Bassin de désinfection | 23.01 | 22.06 | 2 | 0.098 | 24.06 |

CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de déterminer les différents diamètres des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration ainsi que les côtes piézométriques et les côtes du radier afin d'assurer le bon fonctionnement de la station d'un point de vue hydraulique.

Chapitre VIII

*TYPOLOGIE DES PROBLEMES
RENCONTRES ET LEURS SOLUTIONS*

INTRODUCTION

Les problèmes rencontrés sur les stations d'épuration qui conduisent à la nécessité d'une remise à niveau sont caractérisés par une grande diversité, liée à la complexité des installations et des processus qui s'y déroulent. Chaque station est un cas spécifique, autant par sa propre configuration que par ses conditions amont et aval. Cependant, il est utile de procéder à une certaine classification des problèmes rencontrés afin d'orienter de façon adéquate l'approche d'un diagnostic.

I- INCIDENTS ET REMEDES

Une classification des phénomènes observés, leurs causes possibles et solutions qui en découlent sont décrites dans le tableau qui suit.

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes.

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|--|--|---|--|
| Degrilleur | <i>Arrêt de fonctionnement de la grille.</i> | - Déclenchement du limiteur d'effort. | 1) Blocage du racleur par un corps volumineux : - Eliminer ce corps et réarmer le limiteur d'effort. 2) Le détecteur de mou de câble n'a pas fonctionné et le câble s'est enroulé à l'envers : - Rectifier le détecteur de mou de câble. - Forcer le relais de marche du moteur pour la montée (qui aura pour effet de faire descendre la grille car le câble est enroulé à l'envers) - Remettre en automatique dès que le câble est enroulé à l'endroit. |
| | <i>Arrêt de fonctionnement de la grille en position intermédiaire.</i> | - Accumulation de sable et de déchets au pied de la grille. | 1) Remettre en suspension ces déchets. 2) Vérifier le bon fonctionnement de la grille. |
| | | - Mauvais positionnement du contacteur de fin de course d'arrêt du racleur. | - Positionner correctement la fin de course et graisser les rails. |
| | <i>Niveau trop élevé en amont de la grille.</i> | - Non fonctionnement du détecteur de niveau. | - Vérifier ce fonctionnement et y remédier. |
| - Apport trop important de corps étrangers dans l'eau à traiter. | | - Examiner la cause et y remédier. | |
| Dessableur-Degraisseur | <i>Teneur en graisse trop élevée dans l'eau traitée.</i> | - Arrêt de l'Aeroflot. | - Vérifier la cause de l'arrêt et remettre en service l'Aeroflot. |
| | | - Teneur trop importante dans l'eau à traiter. | - Examiner les causes provoquant cette teneur et remédier à ce défaut. |
| | <i>Teneur en sable trop élevée dans l'eau traitée.</i> | - Regorgement en sable de l'appareil. | - Vidanger l'appareil du sable en excès à l'aide du système de relèvement du sable. |
| | | - Fréquence d'extraction trop petite. | - Vérifier la cadence durée et ajuster suivant les résultats. |
| | - Teneur trop élevée dans l'eau à traiter. | - Examiner les causes provoquant cette teneur et remédier à ce défaut. | |

TYPOLOGIE DES PROBLEMES RENCONTRES ET LEURS SOLUTIONS

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|--|--|---|--|
| Aérateur Biologique/Clarificateur | <i>Mousse importante sur l'ouvrage.</i> | - Teneur en MES trop petite < 1. | - Diminuer l'aération et attendre une montée en charge dans le bassin. |
| | | - Oxygénation trop importante. | - Vérifier les nitrates et nitrites et diminuer les heures d'aération. |
| | <i>Remontée de boues au niveau des acti-rotors.</i> | - Recirculation insuffisante. - Sur oxygénation au niveau de l'acti-rotor : Indice de mohlman mauvais. | - Augmenter la recirculation et diminuer le temps d'aération. |
| | | - Décantation des boues ½ h mauvaise. - Age des boues : trop vieilles. - Fermentation des boues. | - Rectifier le taux d'extraction des boues. |
| | | | |
| | <i>Impossible de montée la concentration en oxygène.</i> | - Mauvaise indication de l'oxygène mètre. | - Vérifier l'étalonnage. |
| | | - Temps de marche des acti-rotors insuffisant. | - Augmenter le temps de marche. |
| | | - Bassin trop chargé. | - Augmenter le temps d'extraction des boues. |
| | | - Débit trop important sur la ligne. | - Vérifier le débit et ajouter une ligne éventuellement. |
| | | - Recirculation trop importante. | A prendre en compte éventuellement. |
| | <i>Impossibilité d'extraire des boues.</i> | - Pompe ne débite pas. | - Pompe mal lacée sur son socle. - Sens de rotation. - Tuyauterie bouché. - Clapet bouché. |
| | <i>Pas de débit de recirculation.</i> | - Pompe ne débite pas. | - Pompe mal placée sur son socle. - Sens de rotation. - Tuyauterie bouchée au refoulement. - Vérifier le débit mètre. |
| | <i>Remonter des boues sur le clarificateur.</i> | - Pont décanteur à l'arrêt. | - Vérifier son fonctionnement. |
| | | - Raclage de surface inopérant. | - Régler les lames de raclage. |
| | | - Débit trop important sur la ligne. | - Vérifier le débit et agir en conséquence. |
| | | - Extraction faible ou arrêtée. | - Vérifier la pompe d'extraction. |
| | | - Recirculation trop faible. | - Vérifier les pompes de recirculation. |
| | | - Dénitrification « buckling » | - Réajuster les réglages O ₂ dans l'aération. |

**TYPOLOGIE DES PROBLEMES RENCONTRES
ET LEURS SOLUTIONS**

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|----------------------------------|---|--|---|
| Chloration. | <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'injection de chlore. - Absence de vide. <i>Défaut :</i> Débit d'eau insuffisant. | - Vanne d'arrêt fermé. | - Ouvrir la vanne. |
| | | - Pression d'eau insuffisante. | - Vérifier la pompe eau service. Rectifier la pression de fonctionnement. |
| | | - Hydroéjecteur bouché. | - Nettoyer l'hydroéjecteur. |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'indication sur le chloromètre. - Vide de l'hydroéjecteur correct. <i>Défaut :</i> Pas d'alimentation en gaz du système de commande. | - Vanne fermée. | - Ouvrir la vanne. |
| | | - Réserve de gaz épuisé. | - Changer de tank. |
| Epaississement des boues. | <ul style="list-style-type: none"> - Surnageant chargé en MES > 1 g/l. | - Débit hydraulique d'alimentation trop important. | - Si plusieurs pompes en service, arrêter l'une d'elles. - Revoir la séquence cadence-durée (diminuer la durée, augmenter la cadence). |
| | | - Concentration trop élevée des boues alimentaires > 15 g/l. | - Augmenter le temps d'alimentation de l'épaississeur pour diminuer la concentration des boues en alimentation. |
| | | - Lit des boues trop haut. | - Augmenter le volume de boue traitée en déshydratation (augmenter le soutirage des boues épaissies). |
| | | - Vitesse de décantation des MES trop faible < 0.5 m/h. | - Essayer de diminuer la concentration des boues en alimentation. |
| | <i>Remonter de boue en surface.</i> | - Temps de séjour des boues en épaisseur trop important. | - Diminuer la hauteur du lit de boue (maintenir à 2 cm de clair) |
| | | - Boues septique en alimentation. | - Diminuer au maximum le temps de séjour des boues dans le décanteur primaire. - Eventuellement chaulage des boues en tête d'épaississeur. |
| | | - Pont racleur à l'arrêt ou tournant à l'envers ou lames racleuses hors d'usage. | - Vérifier le fonctionnement du pont (rotation dans le sens des aiguilles d'une montre.). - Vérifier l'état du pont après vidange de l'ouvrage. |
| | | - Boues très fermentescibles. | - Diminuer au maximum le temps d'anaérobiose tant au sein du décanteur primaire qu'à celui de l'épaississeur. - Pratiquer éventuellement un chaulage en tête d'épaississeur. |
| | <i>Bullage de l'épaississeur</i> | - Temps de séjour des boues en épaisseur trop important. | - Diminuer la hauteur du lit de boue (augmentation du soutirage de l'épaississeur). |
| | | - Boues septique en alimentation. | - Extraction maximum des boues du décanteur primaire. - Eventuellement, chaulage des boues en tête d'épaississeur. |
| | | - Boues très fermentescibles. | - Diminuer le temps de séjour en épaisseur et en décantation. - Si le temps de séjour court (lit < 1m), chaulage en tête d'épaississeur. |

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|----------------------------------|--|--|--|
| Épaississement des boues. | <i>Formation d'une croûte en surface d'épaississeur.</i> | - Exploitation de l'épaississeur en niveau variable. | - Exploiter l'épaississeur avec une surverse importante en soutirant davantage du décanteur primaire. |
| | | - Débit hydraulique d'alimentation trop faible avec concentration des boues trop importante. | - Augmenter le temps d'alimentation de l'épaississeur. - Alimenter régulièrement sur toute la journée. |
| | | - Remontée excessive des boues. | - Voir intervention « remonter des boues en surface ». |
| | <i>Production d'odeurs (odeurs d'œufs pourris caractéristiques).</i> | - Boues septique en alimentation. | - Corriger la septicité des boues en limitant le temps de d'aérobiose et chauler éventuellement les boues en tête d'épaississement. |
| | | - Fermentation des boues épaisissement. | - Diminuer le temps de séjour en épaisissement. - Bloquer la fermentation par injection de chaux en tête d'épaississement. - En cas de fermentation grave (boues pH<5.8) : <ol style="list-style-type: none"> 1. Vider complètement l'épaississeur. 2. Effectuer un lavage au jet. 3. Chauler les boues qui sont à nouveau introduites jusqu'à diminution nette de la concentration d'alimentation. - Augmenter le volume des boues traitées en déshydratation jusqu'à évacuation complète des boues stockées dans la station (ceci dans les délais les plus brefs). |
| | <i>Concentration des boues estimée trop faible.</i> | - Temps de séjour trop important. | - Diminuer le temps de séjour dans l'ouvrage. - Augmenter le soutirage des boues épaissies |
| | | - Temps de séjour trop faible. | - Nécessite d'avoir un temps de séjour d'environ de 15h pour obtenir une bonne concentration. Diminuer donc l'extraction des boues épaissies. - Si la fermentescible des boues impose ce faible temps de séjour : utiliser une floculation en tête d'épaississeur. - Réaliser un chaulage à pH> 10. |
| | | - Charge massique trop importante. | - Floculation en tête d'épaississeur. - Revoir les séquences d'alimentation vers une meilleure répartition journalière. |

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|---|---|---|---|
| Épaississement des boues. | <i>Variation de la concentration des boues épaissies.</i> | - Boues alimentaires hétérogènes. | - Eviter au maximum les extractions massives et ponctuelles des boues biologiques en excès. - Si le débit d'extraction des boues biologiques est trop important, multiplier les fréquences. |
| | | - Formation de « strates ». | - Classification des boues par densité pendant l'épaississement, utiliser une floculation préalable en tête d'épaississeur. - Début de formation des boues (surtout biologiques). - Corriger le temps de séjour ou chaulage éventuel de l'épaississeur. - Mauvais mélange au niveau du chaulage (s'il existe). - Assurer une bonne proportionnalité et une distribution synchrone avec l'alimentation en boues de l'épaississeur. |
| | | - Renardage à l'extraction. | - Augmenter la hauteur du lit de boue minimum 1m (cas d'un soutirage par pompe volumétrique). - Dans le cas d'une extraction par séquence dans une fosse à boue, revoir le temps d'extraction (diminution du temps mais augmentation de la fréquence). |
| Déshydratation des boues. | <i>Mauvais drainage.</i> <i>Défaut :</i> *Mauvaise répartition de la boue sur la toile : 1- Débit plus important d'un côté que de l'autre en sortie du floculateur. 2- Formation de bandes de boue sur la toile. *Gâteau présentant un aspect très mouillé : 3- Gros floccs gélatineux. | 1- Floculateur encrassé. | 1-Nettoyer au jet les déversoirs et les répartiteurs. On dispose d'une tôle articulée sur un boulon qui permet de réduire la longueur utile. |
| | | 2- Vitesse toiles trop important / Débit de boue trop faible. | 2-Diminuer la vitesse des toiles/Augmenter le débit de la pompe à boue. |
| | | 3- Mauvaise dispersion du polyélectrolyte dans la boue. | 3-Augmenter la vitesse de rotation du floculateur/Augmenter le débit d'eau de dilution/Possibilité d'injecter le polymère à l'aspiration de la pompe à boues. |
| | <i>Bourrelet de boue.</i> <i>Défaut :</i> - Le rouleau d'égalisation ne tourne pas ou peu. | 1- Boue trop diluée. 2- Régime hydraulique trop important. 3- Temps de drainage trop court. 4- Débit massique trop important. | 1- Augmenter les concentrations en alimentation. 2- Diminuer le débit de la pompe à boue. 3- Diminuer la vitesse de la toile. 4- Faire un essai en diminuant le débit de la pompe à boue. |
| - Blocage mécanique/ Mauvais drainage/ Hauteur sous rouleau trop importante par rapport à la toile de filtration/ | | - Vérifier côtes (épaisseur gâteau)/Voir remède ci-dessus/Théoriquement, la hauteur est comprise entre 15 et 25 mm suivant la qualité de la boue/ | |

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|---|--|--|---|
| Déshydratation des boues. | <ul style="list-style-type: none"> - Formation d'une zone très « mouillé » juste en amont du bourrelet. - Accumulation importante de boue en amont du rouleau de répartition. - Bourrage à l'entrée de la zone de pressage. | /Peu ou pas de boue floculée sur la zone de drainage. | /Augmenter les débits de boue et polymère ou réduire la vitesse des toiles pour avoir une accumulation de la boue floculée en amont du rouleau d'égalisation. |
| | | - Mauvais positionnement d'un des herse de drainage. | - Déplacer une herse de manière à ce qu'elle soit juste à la formation du bourrelet. |
| | | - Hauteur du rouleau de drainage trop faible/Débit massique trop important/Mauvais drainage. | - Relever le rouleau/Diminuer le débit de la pompe à boue/Eventuellement, augmenter la vitesse de la toile/Voire interventions « gâteau présentant un aspect mouillé ». |
| | | - Espace trop faible en entrée/Mauvais drainage des boues provoquant un flux important. | - Modifier l'épaisseur d'admission du rouleau d'entrée en utilisant des cales (épaisseur maximale 30 mm)/Vérifier le drainage : le rouleau d'égalisation tourne-t-il ? |
| | Fluage latéral. <i>Défaut :</i> - Fluage latéral dans la zone de pressage. | <ul style="list-style-type: none"> 1- Vitesse des toiles trop importante. 2-Epaisseur du gâteau trop élevée. 3- Tension des toiles trop importante. 4- Largeur de drainage trop importante | <ul style="list-style-type: none"> 1- Modifier la vitesse des toiles en réajustant le débit de la pompe à boue par rapport à la pompe à polymère. 2- Régler la hauteur du rouleau d'égalisation à une position inférieure. 3- Modifier la tension jusqu'à comptabilité. 4- Réduire le débit de la pompe à boue de manière à dégager une marge de 5 cm avant le rouleau d'égalisation. |
| | - Mauvaise écoulement du gâteau sur la toile supérieure. | - Epaisseur du gâteau trop faible. | - Relever le rouleau de drainage (épaisseur minimale gâteau 15 mm). |
| | Défauts divers. | Tension des toiles trop importante | - Diminuer la tension des toiles. |
| | <i>Défaut :</i> - Passage de la boue au travers des toiles dans la zone de passage. - Mauvais lavage des toiles. | Toile supérieure mal lavée. | - Vérifier le lavage. |
| | | Etat de surface toile. | - Eventuellement changement type de toiles. |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Tension de toiles trop importante. - Mauvais drainage de la boue. - Toiles trop ouvertes. | <ul style="list-style-type: none"> - Corriger la « tension de toiles ». - Vérifier le drainage. - Changement de toiles. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Manque de pression d'eau. - Gicleurs de rampe de lavage bouchés. | | Vérifier l'alimentation. Démontage rampe et nettoyage au jet d'eau ou d'air comprimé sans démonter les gicleurs. Voir état du filtre à eau. | |

**TYPOLOGIE DES PROBLEMES RENCONTRES
ET LEURS SOLUTIONS**

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|----------------------------------|--|---|---|
| Déshydratation des boues. | <i>Défauts divers.</i> <i>Défaut :</i> - Mise en route de la superpress impossible. | - Défaut alarme. - Manque de tension réseau. - Arrêt « coup de poing ». - Arrêt « câble de sécurité ». - Pression air. - Sécurité polymère. - Pression eau de lavage. | - Appuyer sur le bouton « réarmement ». - Vérification de la ligne d'alimentation. - Vérification des « coups de poing ». - Vérification des contacteurs. - Vérification de la consigne pressostat. - - Vérification du compresseur. - Voir notice TMI. - Vérifier la consigne du pressostat. - Vérification du circuit eau. |
| | | - Arrêt superpress pendant l'exploitation. - Déplacement des toiles de filtration. | - Arrêt transporteur ou les défauts ci-dessus. |
| | - Déformation importante des vérins pneumatiques. - Bande de boues sur les toiles. - Pompe à boue ne débite pas. | - Guidage des toiles mal réglé. - Rouleaux encrassés (mauvais lavage). - Défaut de tension. - Talon d'étanchéité de la zone d'égouttage freinent en partie la toile inférieure sur les rouleaux. - Tension pneumatique et mécanique trop faible. - Racleur mal positionnés donc freinent les toiles. - Racleurs usés. | - Vérifier le bon alignement des rouleaux tendeurs (tension mécanique). vérifier le fonctionnement des palpeurs et des vérins des « dispositifs de guidage » : positionner correctement les palpeurs. - Vérifier le circuit d'air : manque de pression circuit bouché. - Vérifier la pression d'eau de lavage. - Vérifier les gicleurs (bouchage). - Vérifier le fonctionnement des vérins pneumatique de tension (fuite d'air possible à vérifier). - Ces talons doivent effleurer la toile inférieure. - Corriger l'alignement du (des) racleur (s) en polyéthylène HD. - Remplacer les racleurs. |
| | | - Tension mécanique des toiles trop élevées avec une boue « drainée » très résistante mécaniquement et (ou) épaisseur élevée du gâteau après drainage. | - Réglages des tensions. |
| | | - Mauvais lavage. | - Vérifier la pression de l'eau de lavage. - Vérifier les gicleurs (bouchage). |
| | | - Pompe à boue ne tourne pas. - Obstruction à l'aspiration. | <i>A vérifier :</i> - Voir notice du constructeur. - Contrôler la tuyauterie d'aspiration (vanne, prise d'air). - Vérifier l'absence de corps étrangers à l'entrée de la pompe. |

Tableau VIII.01 : incidents et remèdes (suite).

| Ouvrages | Problèmes rencontrés | Causes probables | Interventions |
|----------------------------------|--|--|--|
| Déshydratation des boues. | <i>Défauts divers.</i> <i>Défaut :</i> Pompe doseuse ne débite pas (ou peu). | <ul style="list-style-type: none"> - Pompe ne tourne pas. - Isolement du circuit d'aspiration. - Clapets obstrués. - Le variateur donne une très faible fréquence. | <ul style="list-style-type: none"> - Voir notice du constructeur. - Vérifier que les vannes d'aspiration sont ouvertes. - Démonter et nettoyer les clapets. - Vérifier que la pompe débite normalement (avec de l'eau). - Diminuer la concentration de préparation du polymère (4 à 5 g/l). - Voir la chaine d'asservissement. - Vérifier le fonctionnement du variateur. |

L'étude diagnostic du fonctionnement de la station d'épuration de BOUMERDES nous a permis d'apporter les éléments nécessaires afin d'améliorer ses performances. Ainsi, ont été successivement analysés :

- Les charges et débits entrants sur filière, sur la base des données d'auto-surveillance disponibles,
- Les rejets et leur nature, avec étude de leur conformité vis-à-vis des normes de rejet,
- Les ouvrages, leur état et leurs caractéristiques dimensionnelles,
- L'état du génie civil, sur la base de l'inspection visuelle réalisée,

Ces différentes analyses menées en parallèle permettent de conclure que les ouvrages composants cette filière sont structurellement en bon état, le génie civil est sain. Ces ouvrages ne datent que de 12 ans, aucune malfaçon n'a été mise en exergue.

Par contre, l'analyse des données d'auto-surveillance conduit à conclure à une saturation de la filière. De plus, en terme de conformité des rejets, des échantillons se révèlent être non-conformes, des concentrations élevées d'arsenic et de sélénium ont été trouvées.

En somme, après avoir comparé les capacités des ouvrages existants aux flux de pollution et aux niveaux de qualité de traitement, avoir identifié l'origine des problèmes, trois variantes ont été proposées :

- Première hypothèse : renvoie de l'excédent vers la STEP de Boudouaou ;
- Deuxième hypothèse : extension de la STEP existante ;
- Troisième hypothèse : réalisation d'une nouvelle STEP.

Après avoir procédé à l'analyse de chacune des variantes, on a effectué une synthèse comparative de toutes les solutions envisagées. Cette comparaison a porté sur tous les critères précédemment analysés, ceci a permis de retenir la deuxième variante qui permet la réalisation d'un module d'extension à proximité de la STEP.

Enfin notre travail est complété par une étude hydraulique dans laquelle le profil hydraulique de la station est défini, ainsi qu'une typologie des problèmes habituellement rencontrés au sein d'une station d'épuration, ceci afin de faciliter la réflexion lors de l'établissement de projets de mise à niveau des stations d'épurations des eaux usées.

La station d'épuration de Boumerdès devra donc proposer un traitement fiabilisé et optimale, au vu du fait que certaines caractéristiques du rejet exigé vont certainement évoluer et que la sensibilité du milieu récepteur (Oued Tatareg) a été mise en exergue.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Abdelkader Gaid**.- Epuration biologique des eaux usées urbaine : T.1.- Alger : OPU, 1987, 261p.
- [2]. **Abdelkader Gaid** - Traitement des eaux usées urbaines – paris, 1993.
- [3]. **Agence de l'eau** - Mise à niveau des stations d'épuration –paris, 1994.
- [4]. **Annuaire statistiques de la wilaya de Boumerdès D.P.A.T**- 2006, 99p.
- [5]. **Antoine Montiel** -.Contrôle de la pollution de l'eau –paris, 4p.
- [6]. **Bouhamadouche, M.** – Sédimentologie du plateau continental Est-Algérois (Boumerdès-Boudouaou El Bahri), Mémoire de magistère USTHB- Alger, 2006, 142p.
- [7]. **Degrémont**.-.Mémonto technique de l'eau : -Paris, 2005, 85p.
- [8]. **Direction des études et aménagements hydrauliques** : L'élaboration d'un diagnostic des trois STEP « Chenoua, Hadjout et Boumerdès » -2012.
- [9]. **Direction de l'environnement**-Rapport sur les eaux de baignades, Boumerdès- septembre 2008, 10p.
- [10]. **Edward E. Baruth**- Water Treatment plant design.- 4e ed. –Paris: McGraw- Hill, 1990. –Multi pagination.
- [11]. **Etienne Paul** : Dimensionnement d'une station d'épuration capacité nominale 130000 EH BEZIERS. INSA. TOULOUSE. FRANCE.- Multi pagination.
- [12]. **Hamid Hadbi, Zahir Mezizenz** – Effet du séisme du 21 mai 2003 sur l'hydrochimie des eaux souterraines du bas Isser (W.B oumerdès)-Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en géologie, option : hydrogéologie- université Houari Boumerdiene, Alger- 2006, 45p.
- [13]. **J.P.Becharc, P.Boutin, B.Mercie**- traitement des eaux usées.- 2e. ed.- Paris : Eyrolles, 1987, 281p.
- [14]. **Lacri, A.** Evolution géomorphologique de la zone de Boumerdès cap blanc- Mémoire de fin d'étude, USTHB- Alger, 1980, 64p.
- [15]. **Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement-programme d'aménagement côtier (PAC) « zone côtière algéroise »** : Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide – Diagnostic – 2004, 27p.
- [16]. **Notice d'exploitation**- Station d'épuration de Boumerdès.
- [17]. **N. Manlius** – Pollution des eaux par l'arsenic et acceptabilité des procédés de biotraitement – 2009.
- [19]. **Révision du P.D.A.U de Boumerdès- Edition finale**- 2008, 23p.
- [20]. **Sihem Tireche, Abdelaziz Taïri**- Evolution de l'impact de l'industrie de traitement de surface sur la qualité de Oued Isser, 2008.
- [21]. **Sihem Tireche**- Contribution à l'évaluation de la pollution au profit des collectivités locales, application d'un système d'évaluation de la qualité-2006. Mémoire de magister, spécialité : génie des procédés, option : ergonomie des process et environnement- université M'hamed Bougara- Boumerdès, 2006.
- [22]. **Maamar Nakib, Ahmed Kettab** – Etude des indicateurs de performance de la station d'épuration de Boumerdès.

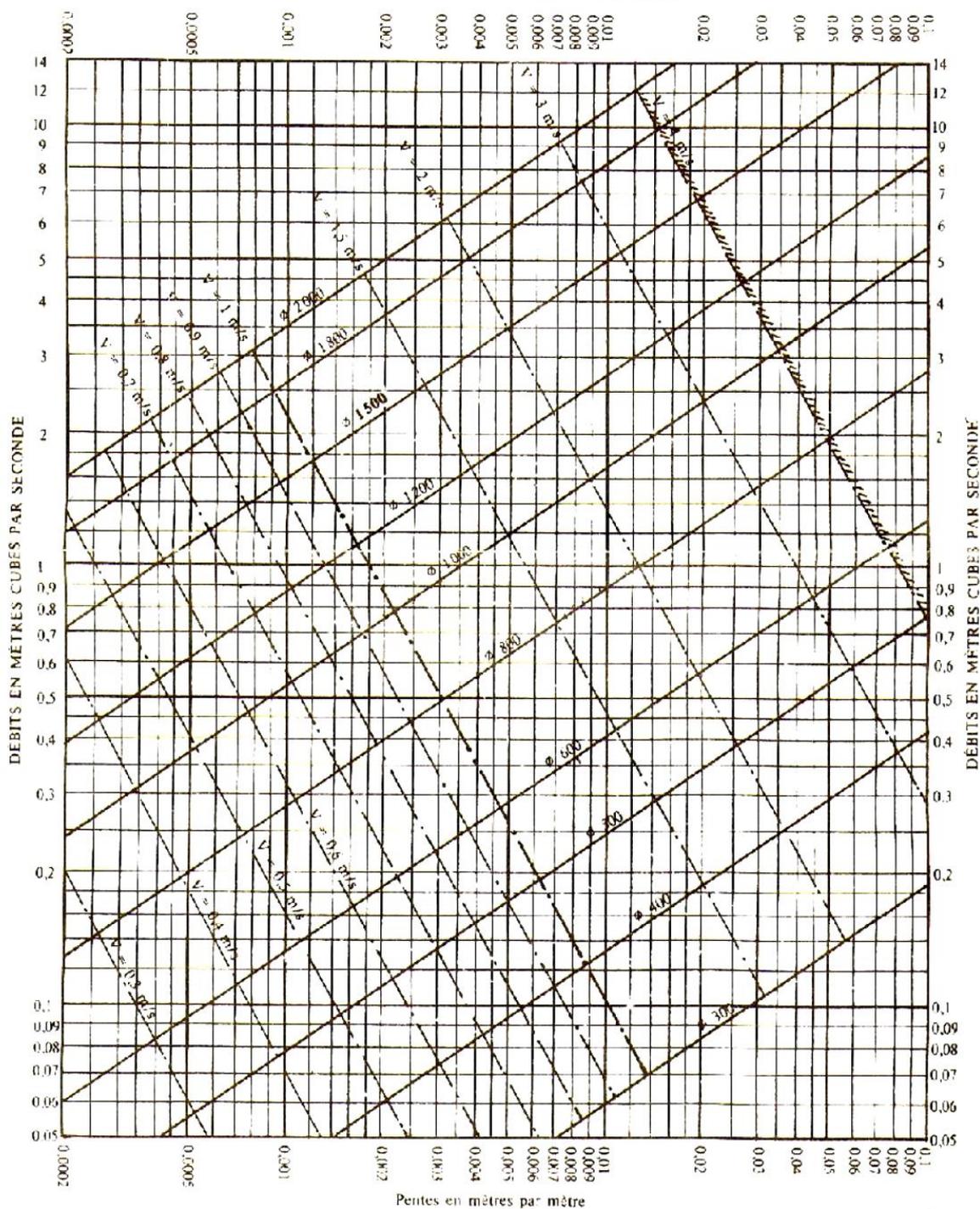
ANNEXES

ANNEXE I

| <i>secteur</i> | <i>Unité</i> | <i>Nombre</i> | <i>Dotation (l/j/unité)</i> | <i>Q_{moy} (m³/J)</i> |
|---|----------------|---------------|-----------------------------|--|
| - (03) jardins d'enfants | m ² | 4000 | 5 | 20 |
| - (08) écoles fondamentales | Elève | 6500 | 10 | 65 |
| - (4) écoles secondaires | Elève | 3200 | 10 | 32 |
| - (03) lycées | Elève | 2000 | 20 | 40 |
| - (4) Facultés | Etudiant | 57000 | 20 | 1140 |
| - (7) Résidence universitaire | Etudiant | 47000 | 30 | 1410 |
| - wilaya | Employé | 30 | 10 | 0,3 |
| - siège apc | Employé | 20 | 10 | 0,2 |
| - naftal | Employé | 15 | 15 | 0,225 |
| - L'office national de géologie | Employé | 15 | 10 | 0,15 |
| - CETIM | Employé | 20 | 10 | 0,2 |
| - L'hôtel des finances | Employé | 20 | 10 | 0,2 |
| - Le tribunal | Employé | 15 | 10 | 0,15 |
| - La cour | Employé | 30 | 10 | 0,3 |
| - L'agence foncière | Employé | 13 | 10 | 0,13 |
| - Les banques (BNA, CNEP, BDL, BCA) | Employé | 40 | 10 | 0,1 |
| - La daïra | Employé | 12 | 10 | 0,12 |
| - La poste | Employé | 14 | 10 | 0,14 |
| - Les impôts | Employé | 7 | 10 | 0,07 |
| - La sûreté de wilaya | Agent | 50 | 15 | 0,75 |
| - Deux (02) gendarmeries | Gendarme | 200 | 15 | 3 |
| - Casernes militaires | Militaire | 300 | 15 | 4,5 |
| - La sûreté urbaine | Agent | 270 | 10 | 2,7 |
| - La protection civile | Agent | 70 | 30 | 2,1 |
| - La base de vie de la police | Policier | 60 | 15 | 0,9 |
| - SONELGAZ | Employé | 20 | 20 | 0,4 |
| - L'agence cadastre | Employé | 10 | 10 | 0,1 |
| - SONATRACH | Employé | 16 | 15 | 0,24 |
| - SONAREM | Employé | 13 | 15 | 0,195 |
| - S.N.M.C. | Employé | 11 | 10 | 0,11 |
| - Une salle omnisport. | m ² | 700 | 20 | 14 |
| - Un parc omnisport. | Personne | 90 | 25 | 2,25 |
| - Trois (03) stades. | Personne | 300 | 10 | 3 |
| - Une piscine semi olympique. | Personne | 45 | 30 | 1,35 |
| - Une maison de jeune. | Personne | 445 | 10 | 4,45 |
| - Une maison de culture. | Personne | 234 | 10 | 2,34 |
| - Un cimetière musulman | Visiteur | 180 | 10 | 1,8 |
| - Trois mosquées | Fidel | 600 | 15 | 9 |
| - Un marché hebdomadaire. | Personne | 2050 | 15 | 30,75 |
| - Trois centres commerciaux. | Personne | 400 | 15 | 6 |
| - Des commerces de proximité. | Personne | 560 | 15 | 8,4 |
| - Complexe SOUMAM | Lit | 350 | 15 | 5,25 |
| - Complexe Le rocher | Lit | 30 | 10 | 0,3 |
| - Hôtel Timezrit | Lit | 80 | 20 | 1,6 |
| - Cinq (05) autres hôtels | Lit | 340 | 10 | 3,4 |
| - DGSN (camps de vacances) | Personne | 400 | 10 | 4 |
| - Centre de santé (maternité) | Lit | 51 | 10 | 0,51 |
| - Quatre centres de santé (médecine G ^{le}) | Lit | 70 | 25 | 1,75 |
| - Centre des urgences | Lit | 138 | 20 | 2,76 |
| - Une clinique privée | Lit | 40 | 20 | 0,8 |
| - Une clinique dentaire. | Patient | 50 | 15 | 0,75 |
| TOTAL | | | | 2828,74 |

ANNEXE II

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires - Formule de Bazin)

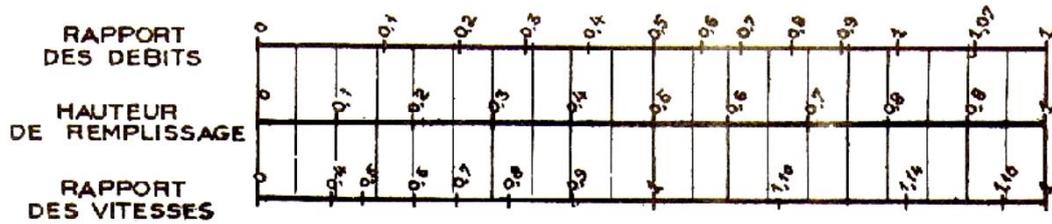


ANNEXE III

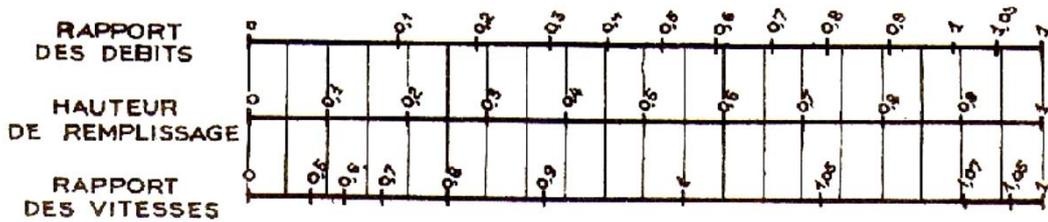
VARIATIONS DES DEBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) *Ouvrages circulaires*



b) *Ouvrages ovoïdes normalisés*



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux $\frac{3}{10}$, le débit est les $\frac{2}{10}$ du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les $\frac{78}{100}$ de la vitesse correspondant au débit à pleine section

ANNEXE IV

MESURE ELECTROMETRIE DU PH

PRINCIPE

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogènes $[H^+]$ présentes dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du PH de celle-ci, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

APPAREILLAGE

- PH mètre.
- Electrode de PH combines.

REACTIFS

- Solution tampon PH = 7
- Solution tampon PH = 4

MODE OPERATOIRE

❖ Etalonnage de l'appareil :

- Allumer le PH mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bécher la solution tampon PH = 7.
- Mettre un agitateur dans la solution avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon PH = 7.
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à l'affichage PH = 7.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau.
- Ré-étalonné de la même manière avec la solution tampon pH = 4.
- Puis rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée.

❖ Dosage de l'échantillon :

- Prendre environ ≈ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Appuyer sur le bouton (AR).
- Laisser stabiliser un moment avec une faible agitation (stabilisation du signe AR dans l'encran).
- Puis noter le pH et la température.

ANNEXE IV

MESURE DE LA MATIERE EN SUSPENSION (MES) NORME NFT 90-105

PRINCIPE

La séparation des MES de l'eau se fait par centrifugation. L'échantillon est mis en rotation à grande vitesse, l'application de la force centrifuge sur les particules solides permet de rassembler dans le fond du tube un culot, ce culot sera lavé puis récupéré et mis à sécher à 105°C, le résidu sec est ensuite pesé, il correspond aux MES contenues dans l'échantillon.

DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode est réservée aux cas où les méthodes par filtration ne sont pas appliquées par suite du colmatage des filtres et si la durée de filtration doit être supérieure à 1 heure environ.

APPAREILLAGE

- Etuve 105 °C.
- Centrifugeuse.
- Dessiccateur.
- Balance électrique.
- Bols en céramique.

MODE OPERATOIRE

- Peser les bols vides.
- Centrifuger 200 ml de l'échantillon pendant 20 min.
- Récupérer le culot dans le bol déjà pesé en prenant soin de rincer le fond des tubes avec de l'eau distillée pour ne rien perdre de l'échantillon.
- Mettre le bol dans l'étuve à 105°C pendant 24 h.
- Retirer le bol de l'étuve et le mettre à refroidir dans le dessiccateur afin d'éviter toute infiltration d'humidité.
- Peser à nouveau le bol.

EXPRESSION DES RESULTATS

La teneur en MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$[\text{MES}] = \frac{(M_2 - M_1) \times 1000}{V_e}$$

Où :

[MES] : La concentration de MES en mg/l.

M₁ : La masse en milligramme (mg) du bol vide.

M₂ : La masse en milligramme (mg) du bol après séchage.

V_e : Le volume en millilitre (ml) de la prise d'essais.

ANNEXE IV

MESURE DE LA MATIERE VOLATILE EN SUSPENSION (MVS) NORME NFT 90-029

PRINCIPE

Les matières organiques ont la propriété d'être minéralisées à haute température.

Matière organique (C, H, O, N...) \longrightarrow CO₂ + H₂O + NH₃ + H₂S.....

Les molécules produites par calcination de la matière organique sont sous forme gazeuse à haute température et vont donc se volatiliser, c'est pour cette raison que l'on détermine la teneur en matières organiques par calcination à 550°C et par pesée du résidu (les cendres) qui représente les matières minérales par différence entre la masse de matière sèches initiale et la masse de matière minérale restante, on détermine la masse de matière organique.

On peut donc écrire :

MES = matière organique (MVS) + matière minérale (MM)

APPAREILLAGE

- Four (600 °C)
- Dessiccateur.
- Etuve 105 °C
- Balance de précision

MODE OPERATOIRE

- Après séchage de l'échantillon à 105 °C, ce dernier est mis dans un incinérateur rapide pendant 30 min.
- Retirer l'échantillon, le laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser l'échantillon.

EXPRESSION DES RESULTATS

La teneur en MVS est donnée par la formule suivante :

$$[MVS] = (M_2 - M_1) * 1000 / V$$

[MVS] : Concentration de MVS en mg/l.

M₁ : La masse en milligrammes du creuset et de son contenu après séchage à 105°C.

M₂ : La masse en milligrammes du creuset et de son contenu après séchage à 505°C.

V : Le volume en millilitre de la prise d'essai.

ANNEXE IV

DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO)

NORME NFT 90-101

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène qu'un échantillon a besoin pour s'oxyder chimiquement. La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales dissoutes ou en suspension dans l'eau.

PRINCIPE

C'est la demande chimique en oxygène qui consiste à oxyder les matières contenues dans l'eau par un excès de dichromate de potassium et de sulfate d'argent (catalyseur). La réaction se fait dans un milieu acide.

APPAREILLAGE

- DCO mètre.
- Burette de précision.
- Régulateurs d'ébullition (billes en verre)

MODE OPERATOIRE

- Introduire 10 ml de l'échantillon à analyser dans un tube du DCO mètre.
- Ajouter 5 ml de $K_2Cr_2O_7$.
- Ajouter quelques granulées régulateurs d'ébullition et homogénéiser.
- Ajouter lentement et avec précaution 15 ml d'acide sulfurique + sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube.
- Porter à l'ébullition dans un bloc chauffant et laisser durant 2 heures=120min.
T = 150°C.
- Après refroidissement, compléter à 75 ml avec de l'eau distiller et laisser refroidir à la température ambiante.
- Titrer l'excès de $K_2Cr_2O_7$ par la solution de sel de mohr en présence de 1 à 2 gouttes de ferroïne (virage rouge brique), et noter V_E .

Essai à blanc : dans un tube à DCO, introduire 10 ml d'eau distillée puis suivre le même protocole que pour l'essai, et noter $V_{Témoin}$ (ml).

Essai témoin : dans un tube à DCO, introduire 10 ml de solution hydro.

ANNEXE IV

EXPRESSION DES RESULTATS

La DCO est exprimé en milligramme (mg) d'O₂ par litre (l) donnée par la formule suivante :

$$\text{DCO} = \frac{8000 \times T \times (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Où :

T : Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium calculée déjà

V₀ : le volume en millilitre de la prise d'essai avant dilution (s'il y a lieu).

V₁ : le volume en millilitre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisée pour l'essai à blanc.

V₂ : le volume en millilitre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium pour le dosage de l'échantillon.

8000 : la masse molaire de ½ O₂ en milligramme par litre.

ANNEXE IV

DETERMINATION DE LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE (DBO₅)

NORME NFT 90-103

La DBO₅ est la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder biologiquement les matières organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau.

PRINCIPE

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo-staée est mis à incuber en présence d'air, les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène en provenance du volume d'air située au-dessus de l'échantillon. Le gaz carbonique (CO₂) formé est piégé par l'hydroxyde de potassium.

APPAREILLAGE

- Oxytops (flacon ou bouteille DBO avec membrane manométrique).
- La soude (NAOH).
- Agitateur magnétique.
- Bloc d'incubation des bouteilles DBO (manomètre à membrane) à 20°C.

MODE OPERATOIRE

La prise d'essai dépend de la charge de l'échantillon, elle dépend de l'origine de l'échantillon industrielle ou urbain, de la couleur, de l'odeur et de la charge en MES.

LA PROCEDURE

- Choisir le volume de l'échantillon qui correspond à la gamme de mesure adéquate (tableau des volumes et des facteurs).
- Verser le volume d'échantillon dans le flacon DBO.
- Ajouter de la soude pour absorber le CO₂ formé.
- Ajouter un barreau magnétique pour assurer l'agitation et insérer le flacon dans un incubateur de DBO.
- Après cinq jours, lire la valeur qui correspond au cinquième jour.

EXPRESSION DES RESULTAS

Pour une prise d'échantillon le système de mesure OXITOP donne directement la teneur en oxygène (après 5 jours) qu'on multiplie par le facteur correspondant au volume de l'échantillon

$$\text{DBO}_5 = \text{lecture au bout des 5 jours} \times \text{facteur}$$

ANNEXE V

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2008 | Débit | | Température | | Valeur du PH | |
|--|--------------------------|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| | Traité | | T (entrée) | T (sortie) | PH (entrée) | PH (sortie) |
| Mois | Volume (m ³) | Qj (m ³ /j) | °C | °C | | |
| Janvier | 212990,00 | 7099,67 | 15,86 | 15,38 | 7,34 | 7,25 |
| Février | 218690,48 | 7289,68 | 12,93 | 12,67 | 7,18 | 7,45 |
| Mars | 217690,99 | 7256,37 | 15,80 | 15,82 | 7,54 | 7,49 |
| Avril | 216180,90 | 7206,03 | 18,02 | 18,04 | 7,47 | 7,43 |
| Mai | 139990,00 | 4666,33 | 20,30 | 20,64 | 7,40 | 7,39 |
| Juin | 202490,00 | 6749,67 | 23,81 | 24,19 | 7,37 | 7,45 |
| Juillet | 266990,00 | 8899,67 | 25,03 | 25,34 | 7,39 | 7,50 |
| Août | 279450,00 | 9315,00 | 25,58 | 25,91 | 7,49 | 7,52 |
| Septembre | 288490,00 | 9616,33 | 23,16 | 23,43 | 7,39 | 7,40 |
| Octobre | 253690,00 | 8456,33 | 22,31 | 22,35 | 7,39 | 7,33 |
| Novembre | 279390,00 | 9313,00 | 19,52 | 19,33 | 7,28 | 7,17 |
| Décembre | 272670,00 | 9089,00 | 16,68 | 16,50 | 7,36 | 7,24 |

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2008 | MES | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de MES |
| Mois | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | |
| Janvier | 371,13 | 16.03 | 2634,90 | 184,97 | 95.68 |
| Février | 288,17 | 19.19 | 2100,67 | 118,90 | 93.34 |
| Mars | 331,20 | 13.38 | 2403,31 | 155,97 | 95.96 |
| Avril | 371,00 | 14.65 | 2673,44 | 213,87 | 96.05 |
| Mai | 278,16 | 16.13 | 1297,99 | 75,28 | 94.20 |
| Juin | 349,15 | 15.78 | 2356,65 | 153,65 | 95.48 |
| Juillet | 367,10 | 14.24 | 3267,07 | 140,16 | 96.12 |
| Août | 353,10 | 12.85 | 3289,13 | 218,40 | 96.36 |
| Septembre | 211,12 | 11.91 | 2030,20 | 155,11 | 94.36 |
| Octobre | 299,10 | 14.81 | 2529,29 | 125,20 | 95.05 |
| Novembre | 234,10 | 13.18 | 2180,17 | 100,94 | 94.37 |

ANNEXE V

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2008 | DCO | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de DCO |
| Mois | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | |
| Janvier | 611,25 | 40.53 | 4339,67 | 287.75 | 93.37 |
| Février | 590,25 | 89.95 | 4302,74 | 655.71 | 84.76 |
| Mars | 583,40 | 38.04 | 4233,36 | 276.03 | 93.48 |
| Avril | 571,00 | 38.54 | 4114,64 | 277.72 | 93.25 |
| Mai | 632,00 | 57.83 | 2949,12 | 269.85 | 90.85 |
| Juin | 620,50 | 41.76 | 4188,17 | 281.87 | 93.27 |
| Juillet | 679,00 | 53.71 | 6042,87 | 478.00 | 92.09 |
| Août | 620,40 | 48.70 | 5779,03 | 453.64 | 92.15 |
| Septembre | 665,75 | 51.06 | 6402,07 | 491.01 | 92.33 |
| Octobre | 679,40 | 41.51 | 5745,23 | 351.02 | 93.89 |
| Novembre | 670,75 | 41.65 | 6246,69 | 387.89 | 93.79 |

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2008 | DBO ₅ | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|---------------------------------|---|---------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de DBO ₅ | Rapport DCO /DBO |
| Mois | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | | |
| Janvier | 355,00 | 8,48 | 2520,38 | 60,24 | 97,61 | 2,62 |
| Février | 326,25 | 9,69 | 2378,26 | 70,63 | 97,03 | 2,35 |
| Mars | 359,00 | 8,11 | 2605,04 | 58,87 | 97,74 | 1,43 |
| Avril | 310,00 | 11,28 | 2233,87 | 81,31 | 96,36 | 1,25 |
| Mai | 370,00 | 6,81 | 1726,54 | 31,77 | 98,16 | 3,32 |
| Juin | 310,00 | 7,90 | 2092,40 | 53,36 | 97,45 | 1,44 |
| Juillet | 255,00 | 18,33 | 2269,42 | 163,17 | 92,81 | 1,75 |
| Août | 252,00 | 13,15 | 2347,38 | 122,53 | 94,78 | 1,70 |
| Septembre | 337,50 | 20,32 | 3245,51 | 195,38 | 93,98 | 1,85 |
| Octobre | 315,00 | 17,83 | 2663,75 | 150,77 | 94,34 | 1,33 |
| Novembre | 365,00 | 15,26 | 3399,25 | 142,09 | 95,82 | 1,92 |
| Décembre | 305,00 | 7,53 | 2772,15 | 68,47 | 97,53 | 2,23 |

ANNEXE V

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2009 | Débit | | Température | | Valeur du PH | |
|--|--------------------------|------------------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| | Traité | | T (entrée) | T (sortie) | PH (entrée) | PH (sortie) |
| | Volume (m ³) | Q _j (m ³ /j) | °C | °C | | |
| Janvier | 321080 | 10702,6667 | 16,86 | 16,38 | 7,44 | 7,35 |
| Février | 318580,48 | 10619,3493 | 13,93 | 13,67 | 7,38 | 7,35 |
| Mars | 317680,99 | 10589,3663 | 15,8 | 15,82 | 7,24 | 7,59 |
| Avril | 346470,9 | 11549,03 | 17,02 | 18,04 | 7,17 | 7,53 |
| Mai | 349990 | 11666,3333 | 20,3 | 20,64 | 7,14 | 7,39 |
| Juin | 312390 | 10413 | 22,81 | 21,19 | 7,87 | 7,45 |
| Juillet | 366990 | 12233 | 25,03 | 25,34 | 7,49 | 7,51 |
| Août | 379550 | 12651,6667 | 25 | 25,91 | 7,59 | 7,52 |
| Septembre | 388590 | 12953 | 23,16 | 23,43 | 7,19 | 7,41 |
| Octobre | 353690 | 11789,6667 | 20,31 | 21,35 | 7,29 | 7,23 |
| Novembre | 379480 | 12649,3333 | 18,52 | 18,33 | 7,28 | 7,27 |
| Décembre | 374660 | 12488,6667 | 16 | 16,5 | 7,36 | 7,24 |

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2009 | MES | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de MES |
| | Concentration entrée (mg/l) | Concentration sortie (mg/l) | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | |
| Janvier | 275,13 | 12.71 | 2944,62 | 206,71 | 95.38 |
| Février | 228,17 | 12.91 | 2423,02 | 161,37 | 94.34 |
| Mars | 131,20 | 11.14 | 1389,32 | 90,17 | 91.51 |
| Avril | 221,00 | 13.26 | 2552,34 | 204,19 | 94.00 |
| Mai | 178,16 | 12.11 | 2078,47 | 141,34 | 93.20 |
| Juin | 219,15 | 14.29 | 2282,01 | 148,79 | 93.48 |
| Juillet | 267,10 | 14.13 | 3267,43 | 205,52 | 94.71 |
| Août | 213,10 | 12.02 | 2696,07 | 179,02 | 94.36 |
| Septembre | 211,12 | 12.39 | 2734,64 | 208,93 | 94.13 |
| Octobre | 199,10 | 13.84 | 2347,32 | 163,14 | 93.05 |
| Décembre | 157,10 | 12.55 | 1961,97 | 137,14 | 92.01 |

ANNEXE V

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2009 | DCO | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de DCO |
| Mois | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | |
| Janvier | 411,25 | 39.60 | 4401,47 | 291,82 | 90.37 |
| Février | 590,25 | 54.01 | 6268,07 | 1556,99 | 90.85 |
| Mars | 583,40 | 31.91 | 6177,84 | 585,04 | 94.53 |
| Avril | 571,00 | 38.54 | 6594,50 | 445,13 | 93.25 |
| Mai | 432,00 | 39.53 | 5039,86 | 461,15 | 90.85 |
| Juin | 420,50 | 40.91 | 4378,67 | 426,04 | 90.27 |
| Juillet | 479,00 | 47.80 | 5859,61 | 463,49 | 90.02 |
| Août | 620,40 | 72.71 | 7849,09 | 762,93 | 88.28 |
| Septembre | 465,75 | 40.38 | 6032,86 | 462,72 | 91.33 |
| Octobre | 639,40 | 58.25 | 7538,31 | 460,59 | 90.89 |
| Novembre | 460,75 | 44.28 | 5828,18 | 560,09 | 90.39 |
| Décembre | 520,20 | 50.25 | 6496,60 | 627,57 | 90.34 |

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2009 | DBO ₅ | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de DBO ₅ | Rapport DCO /DBO |
| Mois | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | | |
| Janvier | 255,00 | 6,09 | 2729,18 | 65,23 | 97,61 | 1,61 |
| Février | 226,25 | 11,24 | 2402,63 | 119,41 | 95,03 | 1,42 |
| Mars | 249,00 | 5,63 | 2636,75 | 59,59 | 97,74 | 1,7 |
| Avril | 310,00 | 11,28 | 3580,20 | 130,32 | 96,36 | 1,84 |
| Mai | 270,00 | 13,07 | 3149,91 | 152,46 | 95,16 | 1,60 |
| Juin | 310,00 | 14,11 | 3228,03 | 146,88 | 95,45 | 1,36 |
| Juillet | 265,00 | 19,05 | 3241,75 | 233,08 | 92,81 | 1,22 |
| Août | 252,00 | 13,15 | 3188,22 | 166,43 | 94,78 | 2,73 |
| Septembre | 307,50 | 18,51 | 3983,05 | 239,78 | 93,98 | 3,33 |
| Octobre | 315,00 | 17,83 | 3713,75 | 210,20 | 94,34 | 1,8 |
| Novembre | 310,00 | 12,96 | 3921,29 | 163,91 | 95,82 | 1,52 |
| Décembre | 305,00 | 13,63 | 3809,04 | 170,26 | 95,53 | 1,54 |

ANNEXE V

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2010 | Débit | | Température | | Valeur du PH | |
|--|--------------------------|------------------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| | Traité | | T (entrée) | T (sortie) | PH (entrée) | PH (sortie) |
| | Volume (m ³) | Q _j (m ³ /j) | °C | °C | | |
| Mois | | | | | | |
| Janvier | 321380 | 10712,66 | 16,76 | 16,38 | 7,74 | 7,35 |
| Février | 328580,48 | 10952,68 | 13,13 | 13,67 | 7,28 | 7,35 |
| Mars | 347680,99 | 11589,36 | 15,81 | 15,82 | 7,64 | 7,59 |
| Avril | 346670,9 | 11555,69 | 17,12 | 18,04 | 7,87 | 7,53 |
| Mai | 349990 | 11666,33 | 20,13 | 20,64 | 7,14 | 7,39 |
| Juin | 352390 | 11746,33 | 22,83 | 21,19 | 7,97 | 7,45 |
| Juillet | 364990 | 12166,33 | 25,43 | 25,34 | 7,79 | 7,51 |
| Août | 452700 | 15090 | 25,45 | 25,91 | 7,19 | 7,52 |
| Septembre | 463500 | 15450 | 23,26 | 23,43 | 7,39 | 7,41 |
| Octobre | 479100 | 15970 | 20,31 | 21,35 | 7,39 | 7,23 |
| Novembre | 485700 | 16190 | 18,52 | 18,33 | 7,68 | 7,27 |
| Décembre | 489600 | 16320 | 16,23 | 16,5 | 7,36 | 7,24 |

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2010 | MES | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de MES |
| | Concentration entrée (mg/l) | Concentration sortie (mg/l) | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | |
| Mois | | | | | |
| Janvier | 275,13 | 13.81 | 2947,38 | 206,91 | 94.98 |
| Février | 228,17 | 10.63 | 2499,07 | 191,43 | 95.34 |
| Mars | 131,20 | 11.14 | 1520,52 | 113,89 | 91.51 |
| Avril | 223,00 | 15.61 | 2576,92 | 206,15 | 93.00 |
| Mai | 178,00 | 13.88 | 2076,61 | 161,98 | 92.20 |
| Juin | 219,15 | 14.29 | 2574,21 | 193,58 | 93.48 |
| Juillet | 247,10 | 15.54 | 3006,30 | 219,16 | 93.71 |
| Août | 213,10 | 14.15 | 2696,07 | 179,02 | 93.36 |
| Septembre | 211,12 | 24.57 | 2734,64 | 208,93 | 88.36 |
| Octobre | 299,10 | 14.81 | 3526,19 | 280,33 | 95.05 |
| Novembre | 133,10 | 14.15 | 1683,54 | 128,45 | 89.37 |
| Décembre | 154,10 | 10.77 | 1975,87 | 157,87 | 93.01 |

ANNEXE V

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2010 | DCO | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de DCO |
| | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | |
| Janvier | 411,25 | 27.27 | 4405,58 | 292,09 | 93.37 |
| Février | 383,25 | 26.21 | 4197,62 | 622,93 | 93.16 |
| Mars | 373,40 | 24.16 | 4327,47 | 366,54 | 93.53 |
| Avril | 371,00 | 28.75 | 4287,16 | 289,38 | 92.25 |
| Mai | 332,00 | 33.20 | 3873,22 | 348,59 | 90.00 |
| Juin | 320,50 | 34.39 | 3764,70 | 328,66 | 89.27 |
| Juillet | 379,00 | 45.14 | 4611,04 | 364,73 | 88.09 |
| Août | 440,40 | 42.81 | 5571,79 | 541,58 | 90.28 |
| Septembre | 365,75 | 17.08 | 4737,56 | 363,37 | 95.33 |
| Octobre | 339,40 | 30.92 | 4001,30 | 244,48 | 90.89 |
| Novembre | 365,75 | 16.86 | 4626,25 | 398,32 | 95.39 |
| Décembre | 420,20 | 40.59 | 5387,80 | 466,58 | 90.34 |

| Rapport annuel STEP Boumerdès Année 2010 | DBO ₅ | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------|
| | Concentration | | Charge | | Taux de réduction de DBO ₅ | Rapport DCO /DBO |
| | <i>Concentration entrée (mg/l)</i> | <i>Concentration sortie (mg/l)</i> | Charge entrée (Kg/j) | Charge sortie (Kg/j) | | |
| Janvier | 155,00 | 8,35 | 1660,46 | 89,50 | 94,61 | 1,72 |
| Février | 126,25 | 7,54 | 1382,78 | 82,55 | 94,03 | 2,11 |
| Mars | 149,00 | 7,84 | 1726,82 | 90,83 | 94,74 | 2,75 |
| Avril | 130,00 | 7,33 | 1502,24 | 84,73 | 94,36 | 1,87 |
| Mai | 170,00 | 9,93 | 1983,28 | 115,82 | 94,16 | 2,23 |
| Juin | 190,00 | 10,55 | 2231,80 | 123,87 | 94,45 | 2,73 |
| Juillet | 165,00 | 11,86 | 2007,45 | 144,34 | 92,81 | 2,91 |
| Août | 152,00 | 7,93 | 1923,05 | 100,38 | 94,78 | 2,78 |
| Septembre | 172,50 | 10,38 | 2234,39 | 134,51 | 93,98 | 3,41 |
| Octobre | 115,00 | 6,51 | 1355,77 | 76,74 | 94,34 | 1,15 |
| Novembre | 110,00 | 5,70 | 1391,35 | 72,07 | 94,82 | 1,66 |
| Décembre | 205,00 | 11,21 | 2628,51 | 143,78 | 94,53 | 1,68 |