

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE



Projet de fin d'étude

Présenté par :

AIT AMIRI Yacine

***ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE
DE LA STATION D'EPURATION DE BARAKI***

Proposé par : Mr : M.NAKIB

Dirigé par : Mr : M.NAKIB et Mr : A.KETTAB

Promotion Juin 2012

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Ma très chère mère qui m'a toujours apportée son amour et son affection

Mon cher père, qui m'a toujours encouragé

conseillé et soutenu dans mon travail

Ma très chère sœur Lamia, son mari Ghanem

et à mon adorable petite nièce Wissem

Mon très cher frère Fouad

Mon oncle Kaci et sa femme Ourida

Pour leur soutien et encouragement ainsi que leurs enfants

A la fin, je dédie ce modeste travail à toute la promotion

Hydraulique 2012

tout en leur souhaitant une bonne continuation.

Yacine

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu < Allah > Le Tout Puissant,

Qui m'a donné la force, le courage et la volonté

pour mener à bien ce modeste travail.

Qu'il me soit permis aussi de remercier ici, profondément et

sincèrement, tous ceux qui, de près ou de loin, se sont intéressé ou

contribué à la réalisation de cette recherche notamment:

Mr : M. NAKIB de m'avoir dirigé tout au long de ce travail.

Ainsi que pour la confiance qu'il m'a accordée.

Mr : A. KETTAB pour ses conseils.

Mme : S. BENMAMAR et

Mr : S. BENZADJA pour leur présence dans le jury.

Mr : A. BERMAAD pour son soutien indéfectible

Et l'ensemble de mes enseignants du département d'hydraulique.

Résumé

Le présent travail a pour objectif la détection des dysfonctionnements de la station d'épuration de Baraki en se basant sur quelques indicateurs de performance. Dans ce cadre nous avons suivi le fonctionnement de la STEP en examinant et en interprétant les paramètres de pollution. Par suite nous avons calculé quelques ratios à travers les quels nous avons détecté quelques anomalies.

Pour pallier à cette situation nous avons recherché les causes principales de ces dysfonctionnements et proposé une approche afin d'optimiser le fonctionnement de cette station.

Mot clé : station d'épuration, Baraki, indicateurs de performance, eau usée

ملخص

يهدف هذا العمل الى الكشف عن الاختلال الوظيفي لمحطة معالجة المياه ببراقى و هذا استنادا إلى بعض مؤشرات الأداء. و في هذا الإطار قمنا برصد اداء محطة معالجة مياه الصرف عن طريق دراسة وتفسير مؤشرات التلوث. وبعد ذلك قمنا بحساب بعض النسب التي من خلالها توصلنا لنتيجة تواجد بعض المشاكل التقنية. لتصحيح هذا الوضع بحثنا عن الاسباب الرئيسية و حاولنا اقتراح بعض الحلول كما اقترحنا نهجا لتحسين تشغيل هذه المحطة.

الكلمات المفتاحية : محطة معالجة مياه الصرف ، براقى، مؤشرات الأداء، مياه الصرف

Summary

This work aims at detecting failures of the purification station of Baraki based on some performance indicators. Within this framework we monitored the operation of the station by examining and interpreting the pollution parameters. As a result we have calculated some ratios through which we have detected some abnormalities.

To remedy to this situation we investigated the main causes of these problems and proposed an approach to optimize the operation of this station.

Keyword: treatment plant, Baraki, performance indicators, wastewater

Sommaire

Liste des figures	1
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction Générale.....	1
Chapitre I : recherche bibliographique	2
1. La pollution de l'eau	3
1.2 Définition des eaux usées.....	3
1.3 Origine et quantité	3
1.3.1 Les eaux usées domestiques	3
1.3.2 Les eaux usées industrielles	3
1.3.3 Les eaux usées urbaines	4
1.4 Classification des polluants	4
1.4.1 Matière organique ou minérale	5
1.4.2 Matière soluble ou insoluble	5
1.4.3 Matières toxiques ou non	5
1.4.4 Matière inerte ou vivante	6
1.4.5 Selon la température	6
2 Principaux paramètres de la pollution	7
2.1 Les paramètres physico-chimiques	7
2.1.1 Température	7
2.1.2 PH	7
2.1.3 Oxygène dissous (OD) et % de saturation en oxygène	7
2.1.4 Conductivité électrique (EC)	8
2.2 Les paramètres de la pollution particulaire	9
2.2.1 Matières en suspension (MES)	9
2.2.2 Matières volatiles sèches (MVS)	9
2.2.3 La turbidité	10
2.3 Les paramètres de la pollution organique globale	11

2.3.1	La demande chimique en oxygène (DCO)	11
2.3.2	La demande biochimique en oxygène DBO (DBO ₅)	11
2.3.3	La Demande Totale en Oxygène DTO	12
2.3.4	Le carbone organique total COT	12
2.4	Les paramètres de la pollution dissoute	13
2.4.1	Les différentes formes d'azote	13
2.4.2	Les composés phosphorés	14
2.5	Les paramètres toxiques	15
2.5.1	Les Métaux lourds	15
2.5.2	Les tensioactifs	16
2.5.3	Huiles et graisses	16
2.5.4	Les hydrocarbures	17
2.6	Les paramètres microbiologiques	18
2.6.1	Les bactéries	18
2.6.2	Les virus	18
2.6.3	Les parasites	19
2.7	Notion d'équivalent habitant	19
Chapitre II : Les filières du traitement		20
1.	Prétraitements et élimination des sous-produits	22
1.1	Le dégrillage	22
1.2	Le dessablage	23
1.3	Le dégraissage-déshuilage	24
2	Le traitement primaire	25
2.1	Procédés de décantation physique	25
2.2	Procédés de décantation chimique	27
2.3	L'élimination de la pollution carbonée	28
3	Procédés physico-chimiques de l'épuration	29
3.1	Procédés biologiques naturels	29
3.2	Procédés biologiques artificiels	30
4	Les traitements tertiaires	32
4.1	Les mécanismes de l'élimination biologique des matières azotée.....	32
4.2	Elimination de la pollution phosphorée	33
5	Traitements complémentaires	34

5.1 Désinfection des effluents	34
5.2 Traitement des odeurs	34
5.3 Traitement des boues	35
Chapitre III : Indicateurs de performance	37
1. Intérêts des indicateurs de performances	38
2. Indicateurs de performance : Consignes et causes de variation	38
2.1 Rapport DCO/DBO ₅	39
2.2 Rapport DBO ₅ / N-NH ₄ ⁺ /P-PO ₄ ²⁻	39
2.3 Rapport MES/DBO ₅	39
2.4 Rapport MVS/MES	40
2.5 Rapport DCO/P _T et DBO ₅ /P _T	40
2.6 Rapport NH ₄ ⁺ /NTK	40
2.7 Rapport DCO/NTK	41
2.8 Rapport NTK/DBO ₅	41
2.9 Rapport DBO ₅ / N à dénitrifier	41
2.10 Production des boues primaires /production des boues primaires théoriques	41
2.11 Rapport MS (extraites)/DCO	42
2.12 Rapport Polymère /MS (déshydratées)	42
Chapitre IV : Présentation de la station.....	44
1. Historique de la station.....	45
2. Localisation.....	47
3. Caractéristiques techniques.....	48
4. Caractéristique de l'eau à traiter.....	48
5. Caractéristiques générales.....	49
6. Procédé d'épuration.....	49
7. Procédé de traitement et description des ouvrages de la STEP de BARAKI.....	50
Chapitre V : Etudes des paramètres de pollution	54
1. Evolution de la charge hydraulique.....	56
1.1 Taux de dilution STEP DE Baraki.....	57
2. Evolution des paramètres physico-chimiques.....	58

2.1 La température.....	58
2.2 Le pH	59
2.3 La conductivité électrique	60
3. Les paramètres de la pollution particulaire.....	61
3.1 Matière en suspension (MES)	61
4. Evolution des paramètres de la pollution organique globale.....	62
4.1 La demande chimique en oxygène (DCO)	62
4.2 La demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	63
5. Evolution des paramètres de pollution dissoute.....	63
5.1 Le phosphore total	64
5.2 Composés azotés	65
5.2.1 Azote global	65
5.2.2 Ammonium	66
5.2.3 Nitrate	67
5.2.4 Nitrites.....	68

Chapitre VI : Dysfonctionnements de la station et proposition en vue de l'optimisation.....70

1. Interprétation des ratios.....	71
1.1 Indice de biodégradabilité : Rapport DCO/DBO ₅	71
1.2 Rapport nutritionnel : Rapport C/N/P.....	73
1.3 Evolution du Rapport MES/DBO ₅	73
1.4 Evaluation de l'organicité de l'effluent (rapport MVS/MES).....	74
1.5 Etude du traitement du phosphore : Rapport DCO/P _T	75
1.6 Degré d'ammonification (rapport NH ₄ ⁺ /NTK)	76
1.7 Efficacité de la nitrification (rapport DCO/NTK).....	77
2. Les différents problèmes et anomalies notés pendant la période étudiée.....	78
2.1 L'absence du traitement primaire.....	78
2.2 Fluctuation et une instabilité de débit.....	78
2.3 Un déficit en phosphore et un excès en azote.....	78
2.4 Problème d'aération.....	79
2.5 Des eaux non conventionnelle et contenant des substances d'origine douteuses.....	79

2.6 Plusieurs problèmes techniques	81
2.7 Propositions en vue de l'optimisation de la STEP	83
Conclusion générale	84
Références bibliographiques	
Liste des annexes	

Liste des figures

Figure 1 - Schéma de fonctionnement d'une STEP à boues activées.....	P21
Figure 2 - Dégrilleur courbe.....	P22
Figure 3 - Rétention mécanique des déchets qui sont ensuite pressés et évacués.....	P23
Figure 4 - Déssableur-dégraisseur	P24
Figure 5 - Décantation primaire et flottation	P25
Figure 6 - Décanteur primaire avec pont racleur à entraînement périphérique	P26
Figure 7 - Décanteur lamellaire à recirculation de boues : le RPS	P27
Figure 8 - Schéma de principe de l'épuration par boues activées.....	P31
Figure 9 - Table d'égouttage.....	P35
Figure 10 - Déshydratation des boues par centrifugation	P36
Figure 11 - STEP de BARAKI-Algérie	P47
Figure 12 -Vue de dessus de la STEP de BARAKI par satellite [Google Earth].....	P47
Figure 13 - La synoptique de la station de BARAKI	P49
Figure 14 - Evolution du débit d'entrée de janvier 2010 à Mars 2011 au niveau de la STEP.....	P56
Figure 15 - Evolution du taux de dilution dans la STEP de Baraki.....	P58
Figure 16 - Evolution de la température de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP.....	P58
Figure 17 -Evolution du pH de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P59

Figure 18 Evolution de la conductivité éclectique de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P60
Figure 19 Evolution de la concentration en MES de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P61
Figure 20 Evolution de la demande chimique en oxygène de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P62
Figure 21 Evolution de la demande biologique en oxygène de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P63
Figure 22 Evolution de la concentration du phosphore total de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P64
Figure 23 Evolution de la concentration en azote global de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP	P65
Figure 24 Evolution de l'ammonium de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP.....	P66
Figure 25 Evolution de la concentration des Nitrates de janvier 2010 à Mars 2011 au niveau de la STEP	P67
Figure 26 Evolution de la concentration des Nitrites de janvier 2010 à Mars 2011 au niveau de la STEP	P68
Figure 27 - Evolution du rapport DCO/DBO ₅ de janvier 2010 à Mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.....	P71
Figure 28 - Comparaison de la biodégradabilité de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la STEP de Baraki.....	P72
Figure 29 - Evolution du rapport MES/DBO ₅ à l'entrée de la STEP de Baraki de janvier 2010 à Mars 2011.....	P73
Figure 30 - Evolution du rapport MVS/MES à l'entrée de la STEP de Baraki de janvier 2010 à Mars 2011.....	P74

Figure 31 - Evolution du rapport DCO/P _T de janvier 2010 à Mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.	P76
Figure 32 - Evolution du rapport NH ₄ ⁺ / NTK de janvier 2010 à mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.....	P77
Figure 33 - Evolution du rapport DCO/NTK de janvier 2010 à mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.....	P78
Figure 34 - Hydro-curage du canal amont dégrillage.....	P80
Figure 35 - Dépôts de sable au fond du bassin.....	P81
Figure 36 - Mousse à l'entrée et a la sortie	P81
Figure 37 - Mélange de filasse et papier (eau brute)	P82
Figure 38 - Matériaux solides flottants au niveau des clarificateurs.....	P82
Figure 39 - Réparation des mécanismes de fermeture des vannes.....	P83

Tableaux

Tableau 1 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres physico - chimiques de la pollution de l'eau (Source OMS).....	P8
Tableau 2 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres de la pollution particulaire de l'eau (Source OMS).....	P10
Tableau 3 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres de la pollution organique de l'eau (Source OMS).....	P12
Tableau 4 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres de la pollution dissoute de l'eau (Source OMS).....	P14
Tableau 5 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres toxique de l'eau (Source OMS).....	P17
Tableau 6 - Quelques ratios : limites de variation et signification.....	P42
Tableau 7 - Les estimations des charges polluantes de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la station de Baraki.....	P48
Tableau 8 - Caractéristiques générales de la station de Baraki.....	P49
Tableau 9 - Paramètres globaux des eaux usées de la station de Baraki à l'entrée et sortie de Janvier 2010 jusqu'à Mars 2011.....	P55
Tableau 10 - Paramètres supplémentaires	P56
Tableau 11 - Taux de dilution.....	P57
Tableau 12 - Evolution du rapport C/N/P.....	P73

Abréviations

ADE : l'Algérienne des Eaux

ADP : Adénosine-di phosphate

AEP : L'alimentation en eau potable

AFNOR : Association française de normalisation

BA : Bassin d'aération

CE : Conductivité électrique

Cm : Charge massique

COT : Carbone organique total

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

DTO : Demande total en oxygène

EH : Equivalent habitant

Hm³ : hectomètres cubes

I A N O R : Institut algérien de normalisation

MES : Matières en suspension

MES biol : Matière en suspension biologique

MM : Matières minérales

MS : Matière sèche

MVS : Matières volatiles en suspension

NH₄⁺ : Ammonium

NGL : Azote global

NO₃⁻ : Nitrate

NO₂⁻ : Nitrite

NTK :AzoteKjeldahl

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONA : L'Office National de l'Assainissement

P_T : Phosphore total

PO₄³⁻ : d'ortho phosphates

Q : Débit d'eau

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement Algérie

STEP : Station d'épuration des eaux usées

μS : Micro siemens

Introduction Générale

L'eau est une denrée de plus en plus rare en Algérie et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée.

La pollution des eaux de surface et souterraines est provoquée par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industriels ainsi que par l'utilisation d'engrais et de pesticides en agriculture. La pollution risque de constituer, à court terme, un risque de pénurie d'eau accentué imposant la nécessité de protéger cette ressource contre toute altération et utilisation irrationnelle.

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épurations qui sont en nombre de 134 selon l'Office National d'Assainissement, (19 décembre 2011). Le taux de raccordement à l'égout est de 87% à l'échelle nationale (au 30 novembre 2011) et 1,2 milliard de m³ d'eaux usées sont collectées annuellement au moyen de 41 000 km de réseau.

Parmi les 134 stations qui sont en exploitation 75 sont gérées par l'Office national d'assainissement, elles totalisent une capacité installée de traitement de 12 millions d'équivalent habitant et un débit nominal de presque 2 millions de m³ par jour ou 700 millions de m³ par an.

Dans les 14 wilayas côtières, 38 stations d'épuration sont en exploitation, dont 25 sont gérées par l'ONA et les 13 autres par les sociétés par actions ou par les entreprises de réalisation

Seulement, ces réalisations n'ont pas été suffisantes pour atteindre l'objectif de protéger l'environnement d'une manière générale et les ressources hydriques en particulier : (Niveau de pollution alarmant les cours d'eau et pollution des réserves souterraines par les nitrates et les métaux lourds). La politique de valorisation des eaux usées est nécessaire d'autant plus que celles ci une fois traitées, pourraient constituer une source non négligeable pouvant participer à la réduction du déficit du bilan hydrique par sa valorisation en irrigation.

Chapitre I

Recherche bibliographique

1. La pollution de l'eau

1.1. Définition des eaux usées

Ramade (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). (Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A.) (2004).

1.2 Origine et quantité

Les eaux usées proviennent de trois sources principales.

1.2.1 Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout à-l'égout » (Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A.) (2004).

Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que soufre, phosphore, fer, etc.) (Vaillant J.R. 1974).

1.2.2 Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.

La variété des eaux usées industrielles est très grande. Certains de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatiques, ou pour l'homme. Il faut bien distinguer les eaux résiduaires et les liquides résiduaires de certaines industries.

Les eaux résiduares sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, ou qui ont servi à retenir des poussières de fumées ; elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications. Les liquides résiduares sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, c'est le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux (Edline F. 1979).

Selon Baumont *et al.* (2004), les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement :

- ils sont directement rejetés dans le réseau domestique ;
- ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique ;
- ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

1.2.3 Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours)

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopiques de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules.

Plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines (Desjardins R. 1997).

1.3. Classification des polluants

Si l'on cherche à classer les matières polluantes, c'est pour essayer de s'y retrouver et de bien choisir les procédés qui permettront de les éliminer. La nature des matières polluantes de l'eau dépend bien sûr, de l'origine de l'eau usée. On les classe en fonction des caractéristiques décrites ci dessous.

1.3.1 Matière organique ou minérale

Matière organique : c'est la matière qui est principalement issue de la matière vivante (végétaux, animaux....) et de l'industrie chimique parfois. Sa composition est structurée autour du carbone. On y trouve des sucres, des protéines, des acides organiques (lactique, acétique...), des acides gras, des macromolécules comme l'amidon, la cellulose....

Matière minérale : c'est la matière qui n'est pas organique c'est à dire qu'elle ne contient généralement pas de carbone. Ces matières minérales sont les sels, toutes les matières structurées autour du silicium, ... On y retrouve les métaux lourds, l'ammoniac, les nitrates, les phosphates..., et le gaz carbonique (le CO₂).

Pratiquement, les eaux usées contiennent toujours ces deux types de pollution à des quantités variables suivant son origine.

1.3.2 Matière soluble ou insoluble

La matière organique ou minérale peut être sous forme soluble ou insoluble :

Matière soluble : elle est dissoute dans l'eau et se trouve donc souvent sous forme d'unité chimique simple, la molécule, ou de macromolécules comme les protéines, les colloïdes... qui «flottent » dans l'eau mais que l'on ne voit pas.

Matière insoluble : C'est un agrégat de matière qui se retrouve sous forme particulière. Les particules solides qui peuvent, soit flotter, soit tomber en fonction de leurs densités.

1.3.3 Matières toxiques ou non

Parmi les différentes matières présentes dans des eaux polluées, certaines ont une toxicité élevée pour le monde vivant. C'est à dire qu'à très faible concentration, elles ont un impact important sur l'équilibre du milieu naturel.

Par exemple le cyanure en très faible quantité peut avoir un effet dévastateur sur un écosystème. C'est le cas aussi de métaux lourds comme le cadmium, le mercure par exemple qui, présents en très faible quantité, modifient fortement l'équilibre des écosystèmes.

1.3.4 Matière inerte ou vivante

Les eaux polluées contiennent des matières organiques ou/et minérales qui n'ont donc pas les caractéristiques du «vivant » et que l'on peut qualifier de «matières inertes ».

Mais on y trouve aussi, très souvent, des micro-organismes (des bactéries par exemple), qui sont de la matière vivante. Ces micro-organismes se développent dès que l'eau est souillée. Ils peuvent être pathogènes (donner des maladies) ou pas.

1.3.5 Selon la température

C'est un paramètre important surtout pour les eaux usées industrielles (principalement les industries agro-alimentaires, les centrales nucléaires...) qui produisent des eaux chaudes. L'émission d'une eau propre mais chaude dans un milieu naturel peut créer une pollution.

(René Moletta « Moletta Méthanisation»).

2. Principaux paramètres de la pollution

2.1 Les paramètres physico-chimiques

2.1.1 Température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur de 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît.

La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaire chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3°C s'avèrent souvent néfastes.

2.1.2 PH

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺).

L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons.

On admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale.

2.1.3 Oxygène dissous (OD) et % de saturation en oxygène

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique.

L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau.

Globalement, plus la concentration en oxygène dissous (OD) est proche de la saturation, plus l'aptitude de la rivière à absorber la pollution est grande : une valeur inférieure à 1 mg d'O₂ par litre indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments. Une valeur de 1 à 2 mg d'O₂ par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible ; une teneur de 4 à 6 mg d'O₂ par litre caractérise une eau de bonne qualité ; des teneurs

supérieures à la teneur naturelle de saturation en oxygène indiquent une eutrophisation du milieu se traduisant par une activité photosynthétique intense

Les espèces de poissons sensibles peuvent être perturbées par une teneur en oxygène inférieure à 4 mg/l.

2.1.4 Conductivité électrique (EC)

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (mS/ m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 µS/cm.

L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observés par exemple en cas de déversements d'eaux usées.

Tableau 1 : Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres physico - chimiques de la pollution de l'eau (Source OMS).

Paramètre	Norme et méthode de mesure	Norme de rejet
Température	Détermination au moyen de trois appareillages: oxymètre, conductimètre, et pH-mètre. La valeur prise étant la moyenne des trois températures mesurées. NF EN 25667 (ISO 5667)	♣ 30°C : valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur [OMS et JORA1993] ♣ 35°C : valeur limite indicative pour les eaux destinées à l'irrigation
Oxygène dissous	La détermination de l'oxygène peut être réalisée soit : - par titrage (méthode Winkler 1888) -Grâce à une électrode sensible à l'oxygène dissous. AFNOR NF EN 25813 et AFNOR NE EN 25814	

pH	La mesure du pH peut être réalisée par : - pH-mètre - procédé électrométrique à l'électrode de verre. AFNOR NF T 90-008	6.5<PH<8.5 [OMS]
Conductivité	Détermination par conductimètre : basée sur une mesure électrochimique de résistance. AFNOR EN 27888	Conductivité <2700µS/cm [OMS]

2.2 Les paramètres de la pollution particulaire

2.2.1 Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau.

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l.

2.2.2 Matières volatiles sèches (MVS)

C'est la fraction organique des MES. On les dit «volatiles » car elles sont mesurées en volatilisant les MES dans un four. La mesure des MVS permet de distinguer la partie organique des MES de la partie minérale. Les MVS ne représentent que les particules de biomasse, vivante ou morte, ainsi que certaines particules organiques n'intervenant pas dans le processus de dépollution.

- Sa valeur a des conséquences sur le dimensionnement du réacteur biologique (l'optimisation du volume du réacteur nécessite de travailler avec des valeurs élevées mais limitées en raison de la capacité hydraulique du clarificateur situé à l'aval).

- La biomasse en suspension des boues activées pouvant facilement être estimée par une mesure de matières volatiles en suspension.
- Le volume du bassin d'aération nécessaire au traitement d'une masse journalière de DBO peut ainsi être calculé en fixant la valeur de la charge massique et la concentration de MVS dans le bassin d'aération.

2.2.3 La turbidité

C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes (MES).

Elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique.

Tableau 2 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres de la pollution particulaire de l'eau (Source OMS)

Paramètre	Norme et méthode de mesure	Norme de rejet
MES	Il existe deux méthodes normalisées d'analyse des MES : - la méthode par filtration sur filtre en fibres de verre (NF EN 872) - la méthode par centrifugation (NF T 90-105-2).	MES < 20 mg/l [OMS]
MVS	-Calcination des matières organiques dans un four à moufle à 550 °C. La différence de masse, exprimée en mg.l-1, entre les MES et les matières résiduelles (minérales) représente les MVS. (Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. 2004) AFNOR NF T 90-105	En Basse Saison, la valeur basse doit être supérieure à 1 à 1,5 g de MVS/l (J.O.R.A. 1996)
La turbidité	-Mesure de la réduction de l'intensité lumineuse d'un rayon traversant un liquide contenant des matières en suspension. (FAO) (NF EN ISO 7027)	Turbidité : < 5 NTU

2.3 Les paramètres de la pollution organique globale

2.3.1 La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO permet d'évaluer la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale, elle est utilisée pour qualifier les eaux usées qui ne sont pas biodégradables, ou qui renferment des composants qui freinent l'activité des micro-organismes. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO₅, car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement mais ne peuvent s'oxyder biologiquement.

2.3.2 La demande biochimique en oxygène DBO (DBO₅)

Elle est définie comme étant la quantité d'oxygène consommée par des microorganismes pour assurer la dégradation par voie biologique de certaines matières organiques (biodégradables).

- Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau (toute matière organique biodégradable polluante entraîne une consommation de l'oxygène)
- Elle donne une indication indirecte de l'activité bactérienne.
- La DBO₅ permet de mesurer la qualité d'une eau (eaux superficielles : rivières, lacs..., eaux usées : stations d'épuration, rejets industriels...)
 - ✓ Une eau potable a une DBO₅ quasi nulle,
 - ✓ une eau courante propre de rivière est très peu chargée, quelques mg/l,
 - ✓ Les eaux résiduaires domestiques sont assez constantes autour de 300 mg/l sauf accidents, pluies, etc. ou activités industrielles fluctuantes.
- Elle permet de connaître l'impact du rejet dans le milieu récepteur (une désoxygénation du milieu provoque une mortalité piscicole).

Le principe de mesure de la DBO₅ consiste à mesurer la quantité d'oxygène à apporter par litre d'effluent pour dégrader par voie biochimique la pollution initiale. La réaction se

déroule pendant 5 jours à 20 °C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite),

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 * DBO5 + DCO)/3$$

2.3.3 La Demande Totale en Oxygène DTO

La DTO est la quantité d'oxygène (exprimée en mg/l) nécessaire à la combustion totale en atmosphère oxydante d'un litre d'échantillon soumis à analyse. Dans la majorité des cas, la Demande Totale en Oxygène et la Demande Chimique en Oxygène sont très voisines (sauf si l'échantillon contient des ions tels que Cl⁻, SO₄⁻², NO₃⁻, NH₄⁺).

2.3.4 Le carbone organique total COT

Le COT représente, comme la DCO ou le DBO5 (ou en combinaison avec ces derniers), un paramètre composite important dans la détermination de la contamination organiques des eaux.

La mesure du carbone organique total permet de donner une indication directe de la charge organique d'une eau. , il renseigne sur le type et l'origine des contaminations.

Les composés organiques sont d'une part les protéines, les lipides, les glucides et les substances humiques et d'autre part, les substances organiques carbonées élaborées ou utilisées par l'industrie chimique, pharmaceutique, pétrolière...etc.

Tableau 3 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres de la pollution organique de l'eau (Source OMS)

Paramètre	Norme et méthode de mesure	Norme de rejet
DCO	-mesure par des DCO-mètres : l'analyse se fait généralement suivant la norme (NFT 90-101) et la mesure peut s'effectuer soit par titrimétrie, soit par colorimétrie	DCO<90mg/l [OMS]
DBO5	Les méthodes normalisées de mesure : - méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyle thio-urée (NF EN 1899-1) - méthode pour les échantillons non dilués (NF EN 1899-2). -méthode par mesure de la quantité d'oxygène consommée	DBO5<30 mg/l [OMS]

	(NF-T-90-103) Les méthodes commerciales : - mesure respirométrique ou manométrique, - mesure de la consommation d'oxygène (Rodier J., 2005)	
COT	-Détection infrarouge du CO ₂ formé lors de la combustion d'un échantillon d'eau à 680 °C NF EN 13137	

2.4 Les paramètres de la pollution dissoute

2.4.1 Les différentes formes d'azote

❖ Azote global ou total

Dans un effluent, on distingue au besoin les différentes formes suivantes de l'azote, dont la somme constitue l'azote global (NGL) ou azote total (N_{total})

❖ Formes réduites

◆ Azote Kjeldahl (NK)

L'azote Kjeldahl mesure l'azote organique (protéines, polypeptides, acides aminés, urée, hydrazine, etc.) et l'azote ammoniacal ($N-NH_4^+$)

C'est une valeur importante pour la protection du milieu aquatique car sa transformation détruit l'équilibre biologique à l'aval du rejet.

◆ L'ammonium (NH_4^+)

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Cet élément existe en faible proportion inférieure à 0,1 mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée, et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère. Il constitue ainsi un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains.

❖ Formes oxydées

Constituées d'azote nitreux ($N-NO_2$) et d'azote nitrique ($N-NO_3^-$) :

◆ Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent la forme azotée la plus dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraine. Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la

nitrification. En milieu naturel, sa concentration dépasse rarement 0,45 mg/l. Des valeurs supérieures indiquent des rejets d'eaux usées dans les milieux aquatiques superficielles et souterraines, et surtout une utilisation excessive de fertilisants utilisés en agriculture.

L'azote pouvant subir différentes transformations au cours d'un traitement biologique (passage de la forme ammoniacale à la forme nitreuse puis nitrique et retour à la forme gazeuse) et chacun des composés formés au cours de ces différentes étapes ayant un poids moléculaire différent, le suivi de son évolution au cours du traitement ne peut être effectué qu'à partir d'une base commune : le nombre de moles d'azote ou (ce qui revient au même) les masses d'azote mises en jeu. C'est la raison pour laquelle les charges et les concentrations de NH_4^+ , NO_2^- et NO_3^- sont exprimées en unités de N (d'où la formulation N-N...)

2.4.2 Les composés phosphorés

Les composés phosphorés peuvent être d'origine naturelle mais leur présence dans les eaux sont plus souvent d'origine artificielle (engrais, détergents, lessives, produits chimiques, etc.).

Les composés phosphorés existent dans les eaux naturelles et les eaux usées sous différentes formes à savoir :

- ✓ Les ortho phosphates : PO_4^{3-}
- ✓ Les poly phosphates : $(\text{PO}_3^-)_n$ ont tendance à s'hydrolyser en ortho phosphates
- ✓ Les organophosphorés : ATP, ADP, AMP, phospholipides

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total (P_T)

Les composés phosphorés favorisent la croissance des végétaux dans l'eau et la prolifération des algues, étouffant les autres organismes vivant dans l'eau, générant des odeurs et contribuant au phénomène d'eutrophisation.

Tableau 4 : Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres de la pollution dissoute de l'eau (Source OMS)

Paramètre	Norme et méthode de mesure	Norme de rejet
Les composés azotés	-Méthode normalisée de mesure d'Azote Kjeldahl (N-NTK) AFNOR NF T	NTK < 6 mg/l
	-Méthode normalisée de mesure d'Azote ammoniacal (N-NH4+) AFNOR T 90-015-2 (2000)	NH_4^+ < 5 mg/l
	-Méthode normalisée de mesure des nitrites : NF EN 26777	NO_2^- < 10 mg/l

	<p>-Méthode normalisée de mesure des nitrates : NF EN ISO 13395,</p> <p>-Méthodes continues de mesure des nitrates :</p> <ul style="list-style-type: none"> • méthodes colorimétriques, • méthode spectrophotométrique directe, • méthode par électrode à ion spécifique. 	<p>$\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$</p> <p>[OMS]</p>
Les composés phosphorés	<p>-Méthode de mesure normalisée du phosphore total : NF EN ISO 6878</p> <p>-Méthode commerciale : le phosphore total est dosé après minéralisation et en général par colorimétrie.</p> <p>-Méthode de mesure normalisée de l'Ortho-phosphates (P-PO_4^{3-}) NF EN 1189 (1997)</p>	<p>$\text{P}_2\text{O}_5 < 1 \text{ mg/l}$</p> <p>$\text{P}_T < 3 \text{ mg/l}$</p> <p>[OMS]</p>

2.5 Les paramètres toxiques

2.5.1 Les Métaux lourds

Le suivi des concentrations des métaux lourds est particulièrement important vu leur toxicité et leur capacité de bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire. Contrairement aux polluants organiques, les métaux ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement. Cependant, leur précipitation engendrerait leur mélange avec les boues décantées.

Les concentrations en cuivre, nickel, chrome, plomb cadmium, mercure, zinc caractérisent certains types de pollution :

- ✓ La présence de cuivre et de nickel indiquent l'existence de rejets provenant d'industries de traitement de surface des métaux
- ✓ Le chrome indique l'existence de rejets provenant d'une tannerie
- ✓ Le plomb est lié à des pollutions diffuses.
- ✓ Le zinc est évacué par des industries qui pratiquent la galvanisation ou la préparation d'alliages tels que le laiton et le bronze, il peut provenir également du contact entre les eaux de ruissellement et les matériaux galvanisés
- ✓ Le cadmium peut notamment être rejeté par des usines de galvanoplastie et d'industries chimiques, de textiles et de teintures.

Les métaux lourds se dissolvent très bien dans une eau acide (pH faible). Dans des eaux neutres ou basiques, ils précipitent et s'accumulent principalement dans la phase solide

(boues). L'analyse de ces boues permet ainsi d'obtenir une vue de l'ensemble des déversements en métaux lourds qui ont eu lieu, tant en nature qu'en quantité.

2.5.2 Les tensioactifs

Ils ont la propriété d'abaisser la tension superficielle de l'eau et sont employés à cause de leur pouvoir mouillant et moussant. Si les tensio-actifs sont eux-mêmes relativement peu toxiques, leur impact environnemental est lié au fait que leur présence dans les eaux usées se caractérise principalement par des mousses abondantes qui peuvent perturber le fonctionnement des stations d'épuration, en effet La maîtrise du transfert d'oxygène dans les procédés d'épuration biologiques aérobies est déterminante pour la qualité et la fiabilité du traitement des eaux usées. Les stations d'épuration renferment des cultures bactériennes concentrées en suspension (boues activées) qui dégradent à grande échelle les substrats contenus dans les eaux usées en présence d'oxygène, apporté par des aérateurs. Or, les tensioactifs et les graisses limitent le transfert de l'oxygène dans les boues activées. Car en présence des tensioactifs les capacités d'oxygénation des systèmes d'aération sont réduites de 40 à 70 % par rapport à l'eau claire.

Même à très faible concentration, les tensioactifs peuvent influencer le transfert de l'oxygène dans l'eau. Néanmoins, des travaux réalisés ont montré que certains tensioactifs anioniques n'ont pas d'effet sur le transfert d'oxygène. En effet, ces composés chargés s'adsorbent très rapidement à la surface des bulles et empêchent leur coalescence (rassemblement de petites bulles en bulles de plus grand diamètre). Il en résulte des petites bulles donc une surface d'échange plus grande qu'en eau claire, qui compense la limitation du transfert d'oxygène liée à l'adsorption du tensioactif. En revanche en présence de tensioactifs non ioniques, les tensioactifs n'étant pas chargés, les bulles peuvent coalescer. Le transfert d'oxygène chute alors d'autant plus que le temps de contact de la bulle dans l'eau est long, car elle se couvre progressivement de tensioactif.

2.5.3 Huiles et graisses

Quelle que soit leur origine, biologique ou industrielle, elles affectent les propriétés organoleptiques et en s'étalant à la surface de l'eau, créent un film superficiel souvent irisé, diminuant la capacité de ré-oxygénation du milieu. De ce fait, elles risquent de perturber le fonctionnement des stations d'épuration.

2.5.4 Les hydrocarbures

Ce terme fait la plupart du temps référence aux huiles minérales qui comportent des substances telles que les alcanes, les alcènes, etc. Outre leur toxicité, ces substances peuvent limiter l'apport d'oxygène dans les eaux de surface lorsqu'elles sont présentes en concentrations élevées. Ces polluants incluent également les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ainsi que les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM). Les HAP sont des combinaisons organiques résultant de l'assemblage de plusieurs noyaux benzéniques. Ces composés sont relativement stables et peu solubles dans l'eau. Ils s'adsorbent fortement aux sols et aux matières en suspension et sont, en outre, très solubles dans les graisses ce qui favorise leur bioaccumulation dans les tissus humains et animaux. Plusieurs HAP sont classés comme agents cancérogènes possibles par l'OMS. Les HAM incluent des polluants comme le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène dont les impacts sur la santé peuvent être très importants (diminution de la réponse immunitaire, effet neurotoxique, irritation des voies respiratoires...). Leur présence dans les rejets est liée principalement à l'activité humaine par voie atmosphérique à partir de fumées industrielles, gaz d'échappement, rabattues par les pluies ou volontairement par des rejets dans le réseau (station, service, processus de combustion ...).

Tableau 5 - Normes internationales de mesure et de rejets sur les paramètres toxique de l'eau (Source OMS)

paramètre	Norme et méthode de mesure	Norme de rejet
Les tensioactifs	- Dosage des agents de surface anioniques par mesure de l'indice au bleu de méthylène (SABM NF EN 903) (EPNAC)	
Les hydrocarbures	- Mesure par la méthode de dosage des hydrocarbures totaux : <ul style="list-style-type: none">• Hydrocarbures Totaux : AFNOR T90-203• Halogénés : AFNOR EN ISO 10301• Aromatiques : AFNOR EN ISO 1568	HC < 20 mg/l [OMS]

2.6 Les paramètres microbiologiques

Plusieurs organismes font partie de l'étude de la microbiologie aquatique. Leur élimination doit être certaine. Ils concernent surtout les espèces tels que :

2.6.1 Les bactéries

Les bactéries concernent surtout les coliformes totaux et fécaux. Leur présence dans l'eau peut signifier la proximité d'une décharge d'égouts sanitaires ou de contamination fécale.

- **Les coliformes totaux** : sont des bactéries utilisées comme indicateur de la qualité microbiologique de l'eau. Leur présence en excès dans l'eau, soit 10 coliformes par 100 ml et plus, annonce une contamination de l'eau potable
- **Les coliformes fécaux** : sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux. Leur présence dans l'eau peut avoir des conséquences graves sur la santé. Les personnes les plus susceptibles d'être affectées sont les enfants de moins de 5 ans.

Pour les coliformes fécaux au Canada la norme de rejet fixe une valeur de 400 par 100 ml (après désinfection)

2.6.2 Les virus

Les virus se retrouvent dans l'eau par contamination directe ou indirecte des humains ou des animaux. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines de 10^3 à 10^4 particules par litre. Parmi les virus les plus importants, il faut citer les genres entérovirus, rota virus, adénovirus et le virus de l'Hépatite qui ont une durée de vie d'environ 3 mois et constituent une importante source de contamination.

Une eau fortement turbide protège les virus et augmente leur transmission. La coagulation chimique peut enlever entre 88 et 99.8 % des virus. La filtration enlève une quantité variable de virus. La meilleure méthode d'enlèvement des virus demeure la désinfection (Dégréement, 1989).

2.6.3 Les parasites

Ces organismes peuvent survivre entre une vingtaine de jours et une dizaine de mois, les plus connus sont ténia et giardia lambia.

2.7 Notion d'équivalent habitant

Les charges domestiques spécifiques, plus classiquement connues sous le terme d'équivalent-habitant expriment la charge polluante moyenne engendrée par un habitant et par jour (soit la charge polluante contenue dans 150 litres d'eaux usées). On les mesure généralement en sortie de réseau d'assainissement, c'est-à-dire à l'entrée de la station d'épuration, elles présentent malheureusement une forte variabilité. Cette variabilité résulte vraisemblablement des effets cumulés d'une transformation biochimique plus ou moins poussée des eaux usées au cours de leur acheminement dans les réseaux (différant par leur pente, leur taille, température, etc...), et d'apport non domestiques plus ou moins bien contrôlés.

Son utilisation se justifie par le fait qu'il est extrêmement difficile d'évaluer la pollution produite car elle dépend de nombreux paramètres liés aux activités diverses et variées qui peuvent exister. C'est pourquoi, face à ce manque d'homogénéité, on travaille sur des valeurs unitaires de production correspondant à un rejet standard d'un équivalent habitant.

(Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface, VILLERS Juliette, SQUILBIN Marianne, YOURASSOWSKY Catherine.)

Chapitre II

Les filières du traitement

- **Les composantes d'un traitement**

Une station d'épuration rassemble à une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées. Chacun de ces dispositifs est conçu pour extraire un ou plusieurs polluants contenus dans ces eaux usées.



Figure 1 - Schéma de fonctionnement d'une STEP à boues activées

Dans le langage courant, l'appellation des stations d'épuration est basée sur la spécificité dominante ou l'originalité des procédés épuratoires mis en œuvre. On en dénombre cinq familles :

- Les stations primaires
- Les stations physico-chimiques
- Les stations boues activées
- Les stations lits bactériens
- Le lagunage naturel

1. Prétraitements et élimination des sous-produits

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement.

Il comprend quatre principaux modes de traitement des eaux usées : le dégrillage, pour retenir les déchets volumineux, le dessablage, pour obtenir une meilleure décantation et éviter l'abrasion des équipements, le dégraissage et le déshuilage, pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras.

1.1 Le dégrillage

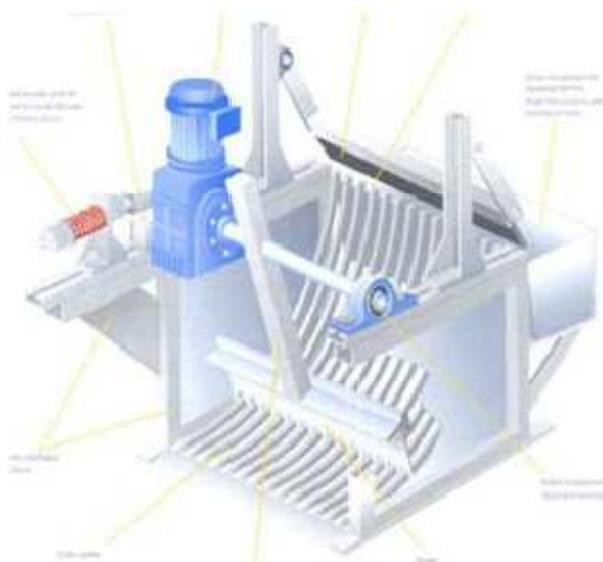


Figure 2 – Dégrilleur courbe

A l'entrée de la station d'épuration, les effluents doivent subir un dégrillage (voire un tamisage). Ainsi, les matières volumineuses (flottants, etc.) sont retenues au travers de grilles.

Cette opération est en général réalisée avant la station de relevage, afin de protéger les pompes ou les vis d'Archimède.

Ce prétraitement se décline en trois sous-catégories : le pré dégrillage (de 30 à 100 mm), le dégrillage moyen (de 10 à 30 mm) et enfin le dégrillage fin (les barreaux sont espacés de moins de 10 mm). Les grilles peuvent être verticales, mais elles sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale. Les vitesses moyennes de passage admises sont de l'ordre de 0,6 m/s à 1,40 m/s au débit de pointe.

Il existe plusieurs types de grilles :

- *Les grilles manuelles* nécessitant un nettoyage manuel à l'aide d'un râteau
- *Les grilles automatiques*
- *Le tamisage* permettant quant à lui la récupération de particules plus fines en suspension.

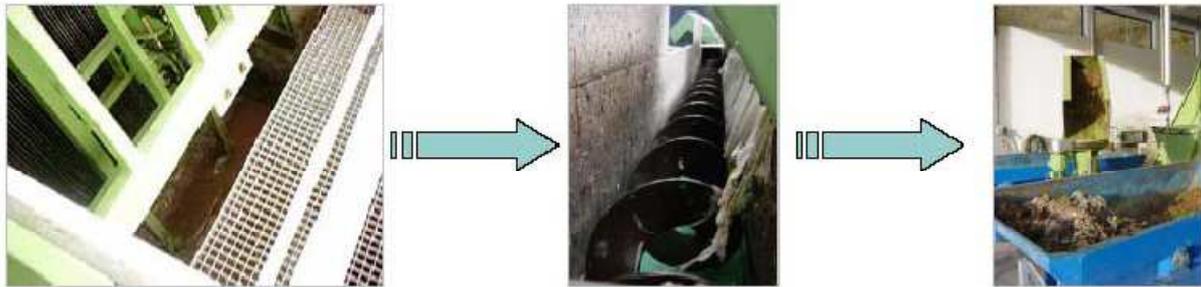


Figure 3 – Rétention mécanique des déchets qui sont ensuite pressés et évacués

1.2 Le dessablage

Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est supérieure à 0,3 m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables. L'élimination des sables présents dans les effluents bruts est une opération indispensable pour

- Éviter les dépôts dans les canalisations conduisant à leur bouchage;
- Protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion;
- Éviter de perturber les autres stades du traitement
- Réduire la production des boues.

Le dessablage concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 μm . Ce type d'ouvrage est dimensionné à partir des vitesses de sédimentation des particules. Des abaques fournissent ces vitesses. On distingue deux types de dessableurs suivant la géométrie des bassins ou la circulation du fluide :

- Les dessableurs à canaux gravitaires;
- les hydro cyclones.

1.3 Le dégraissage-déshuilage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation des huiles et graisses, produits de densité légèrement inférieure à celle de l'eau, de l'effluent brut.

Les graisses sont des produits solides d'origine animale ou végétale. Elles sont présentes dans les eaux résiduaires urbaines et dans certaines eaux résiduaires industrielles, essentiellement agroalimentaires. Elles sont difficilement biodégradables en l'état et peuvent poser divers problèmes au cours du traitement : boules graisseuses, diminution des transferts d'oxygène, apparition de bactéries filamenteuses. Ces graisses sont également très dommageables pour les équipements et notamment pour les pompes, elles font donc l'objet d'un prétraitement.

Le dégraissage est une opération de séparation liquide-solide réalisant un compromis entre une rétention maximale de graisses et un dépôt minimal de boues. On peut noter qu'une injection d'air au fond de la bache de séparation permet de récupérer les graisses par flottation. Cette préparation des effluents facilite l'épuration des effluents en aval, en réduisant le colmatage et en évitant une certaine inhibition des processus biologiques.

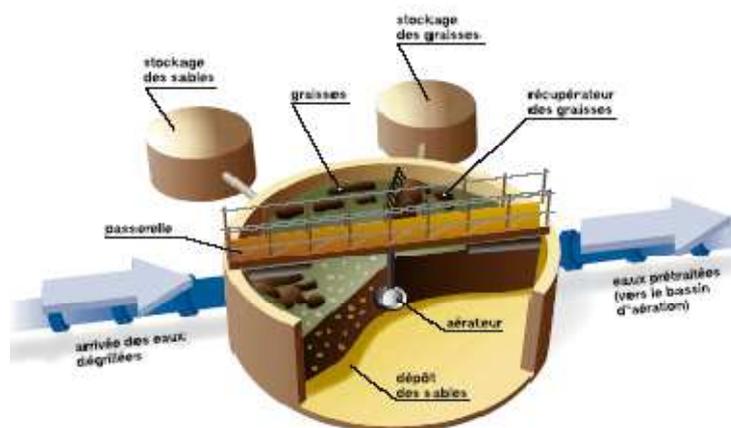


Figure 4 – Déssableur-dégraisseur

Les huiles sont des produits liquides leur séparation se fait par absorption ou filtration ; l'élimination des huiles et des graisses s'effectue par écumage manuel ou mécanisé. Bien souvent, on regroupe les opérations de dégraissage-dessablage en tête de station (prétraitement).

Les caractéristiques de l'ouvrage sont dimensionnées en conséquence pour un temps de séjour de 15 à 20 minutes sur le débit de pointe. L'évacuation des graisses s'effectue à l'aide d'un système de raclage de surface poussant les flottants vers une trémie. Les graisses sont ainsi envoyées, gravitairement ou à l'aide d'une pompe, soit vers les bacs à graisses, soit vers le

réacteur de traitement biologique des graisses. Concernant l'extraction des sables, ils décantent dans la partie conique de l'ouvrage et sont repris par une pompe et envoyés vers un classificateur assurant leur lavage et leur essorage avant leur stockage en bennes.

2. Le traitement primaire

Après les prétraitements, les effluents conservent une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Les procédés de traitement primaire sont physiques, comme la décantation, ou physico-chimique.



Figure 5 – Décantation primaire et flottation

2.1 Procédés de décantation physique

La base de ces procédés de séparation solide-liquide est la pesanteur. On utilise le terme de décantation lorsque l'on désire clarifier une eau brute ; si l'on veut obtenir une boue concentrée on parle alors de sédimentation.

Ces procédés permettent d'éliminer, d'une part 50% à 60% des matières en suspension et, d'autre part, de réduire leurs caractéristiques dimensionnelles (élimination des matières présentant une taille supérieure à 50 μ m).

Le dimensionnement des décanteurs est essentiellement fondé sur la vitesse de sédimentation des matières en suspension. Des prélèvements et des mesures sur ces matières permettent de déterminer cette vitesse, qui correspond au rendement d'élimination recherché.

On raisonne sur :

- La charge hydraulique à traiter (Q en m³) ;
- La charge de pollution (en kg de MES).

Il existe différents types de décanteurs primaires :

- *Les décanteurs longitudinaux*, très peu répandus car très peu économiques (usure rapide, coût de construction élevé...) ;
- *Les décanteurs circulaires*, largement répandus du fait de leur faible coût de réalisation par rapport à un décanteur rectangulaire (plus faible épaisseur des parois de béton armé et densité d'armatures inférieure). L'arrivée de l'effluent brut se fait par un fût central creux.

L'eau brute est ensuite répartie dans le bassin. Un dispositif de raclage, aidé par une légère pente en fond d'ouvrage, permet d'amener les boues déposées sur toute la surface du fond vers une fosse centrale d'où partent des canalisations d'extraction. Les boues sont épaissies pendant leur long cheminement. En effet, la vitesse de raclage doit être suffisamment faible pour ne pas perturber la décantation (de l'ordre de 3 à 6 m/s en périphérie). Par ailleurs, un pont racleur (en surface) pousse les corps flottants vers une trémie à écumes située en périphérie de l'ouvrage ;



Figure 6 – Décanteur primaire avec pont racleur à entraînement périphérique

- *Les décanteurs lamellaires* qui sont de plus en plus utilisés, notamment dans les procédés d'épuration physico-chimiques. La décantation lamellaire consiste à multiplier la surface de décantation à l'intérieur d'un ouvrage ; il en résulte un rendement épuratoire excellent.

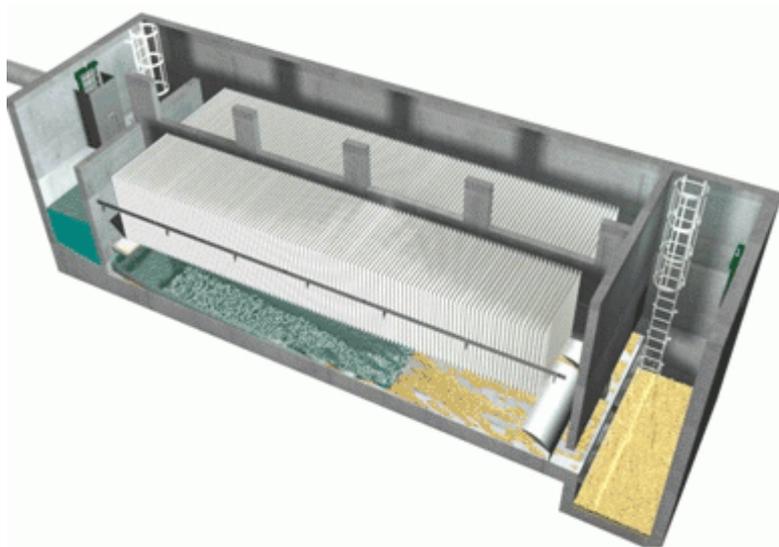


Figure 7 – Décanteur lamellaire à recirculation de boues : le RPS

Le poste le plus coûteux est l'amortissement de la construction des décanteurs : le Génie civil représente une part importante des dépenses de l'installation d'épuration, surtout pour les décanteurs de grande taille. Par contre, les équipements sont mécaniques donc assez rustiques.

Néanmoins, des précautions sont nécessaires notamment contre l'abrasion des parties motrices fragiles en contact avec le sable et les boues. Seules les pompes d'extraction ont une durée de vie courte et nécessitent un remplacement régulier.

2.2 Procédés de décantation chimique

Les procédés physico-chimiques de décantation consistent à alourdir les particules en suspension. Ils font appel aux techniques de coagulation ou de floculation-clarification.

Les processus de coagulation et de floculation sont employés pour séparer les solides en suspension de l'eau lorsque la vitesse de décantation naturelle est trop lente pour obtenir une clarification efficace.

La turbidité et la coloration de l'eau sont dues à la présence de particules colloïdales de taille trop faible pour sédimenter. La première phase du traitement consiste donc à faire

croître ces particules pour les amener à un niveau de taille où elles pourront facilement être séparées par décantation ou filtration. Cette phase de croissance est appelée « coagulation-floculation ».

Les réactifs introduits dans les eaux usées ont un pouvoir adsorbant : autrement dit, ils ont pour effet de neutraliser les charges électriques portées par les substances colloïdales, charges qui, par répulsion électrostatique, maintiennent les particules à l'état dispersé. En outre, ils favorisent leur coagulation, accroissant ainsi la taille et la densité de gros amas ; désignés sous le nom de floes.

La vitesse de chute des particules étant proportionnelle au carré de leur diamètre, on conçoit qu'il est intéressant de réunir les plus petites d'entre elles pour en former une grosse. Le processus par lequel ces substances coagulent s'appelle la « coalescence ».

Les réactifs employés sont d'origine minérale (sulfate d'alumine, chlorure ferrique, chaux) ou organique et libèrent des ions positifs qui neutralisent le colloïde et précipitent en formant des flocons : c'est la floculation.

Les procédés physico-chimiques présentent l'avantage d'une mise en route rapide (10 heures environ) et d'une adaptation immédiate aux variations de débit de la charge des effluents à traiter.

2.3 L'élimination de la pollution carbonée

Généralement le taux d'épuration exigé pour le rejet des effluents dans le milieu naturel n'est pas atteint par une simple épuration préliminaire et primaire.

Les traitements secondaires, conçus à l'origine essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée et des matières en suspension, ont pour objet de poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire ou issu d'un prétraitement. Il s'agit de transformer, par voie biologique le plus souvent, ces eaux décantées en amont, dans des limites permettant d'assurer l'imputrescibilité de l'effluent grâce à la stabilisation des matières organiques. A ce stade de stabilisation définitive, on évacue tous les déchets, les boues et les gaz.

Les procédés les plus couramment utilisés aujourd'hui mettent en œuvre des installations biologiques, tant pour l'épuration des eaux usées urbaines que pour celles de certaines eaux résiduaires industrielles. On les classe généralement en :

- Procédés biologiques naturels;
- Procédés biologiques artificiels.

En dehors de ces procédés d'épuration par la voie biologique on peut aussi avoir recours aux moyens chimiques et aux procédés physico-chimiques.

3. Procédés physico-chimiques de l'épuration

L'épuration chimique, coûteuse et difficile à réaliser, s'applique plutôt aux eaux résiduaires industrielles ou aux eaux usées contenant des résidus d'usine susceptibles d'entraver des processus biologiques.

Les rendements épuratoires sont excellents, car l'élimination des MES se situe entre 80% et 95%, celle des matières organiques entre 65% et 75%. Par ailleurs, ce type d'installation possède un temps de réponse extrêmement court (1 heure contre 12 à 14 heures pour une installation biologique). Néanmoins, ce type de procédé entraîne une surproduction de boues, de 15 à 25% en plus, ainsi qu'une mauvaise élimination des matières organiques, en particulier de la pollution soluble.

3.1 Procédés biologiques naturels

Les procédés biologiques naturels réalisent l'épuration par le sol, où grâce à l'énergie solaire, les matières organiques polluantes (biomasse du milieu « eau ») sont dégradées. En pratique, ils se présentent sous trois aspects et peuvent servir de traitements complémentaires des effluents d'une station d'épuration biologique artificielle, afin de parfaire l'élimination de substances indésirables comme l'azote et le phosphore. Ils comprennent l'épandage sur le sol, le bassin de lagunage et la filtration par le sol.

La nature du sol doit être peu perméable ; il faudra recourir à l'emploi de géomembranes si coefficient de Darcy est supérieur à 10^{-6} m/s.

Les digues entourant les bassins doivent être suffisamment larges (4m minimum) pour autoriser la circulation d'engins lourds (tonne à lisier, camion hydrocureur). Une largeur plus importante doit être prévue pour les zones de manoeuvre d'engins. Les canalisations de liaison doivent résister au passage d'engins roulants et être ancrées. Une pente de 2,5/1 à 3/1 est requise pour la mise en place des matériaux et l'obtention d'une étanchéité par compactage de terrains ; une pente plus forte (de 1,5/1 à 2/1) est acceptable si l'étanchéité est obtenue avec une géomembrane. La revanche, toujours supérieure, à 30 cm est en général fixée à 50 cm. Un fossé de drainage des eaux de ruissellement sur le pourtour des bassins doit être prévu. Le risque de modification du parcours du lit de la rivière doit être intégré.

3.2 Procédés biologiques artificiels

Les procédés biologiques artificiels comprennent des dispositifs qui permettent de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques, tels qu'ils se produisent en milieu naturel.

On utilise trois grands types de procédés : les lits bactériens, un procédé mettant en œuvre le principe des boues activées, et la biofiltration ou filtration biologique accélérée.

- *Lits bactériens*: le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, quelquefois appelé « filtre bactérien » ou « filtre percolateur », consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Pour ce type de procédé on définit sa biomasse, c'est-à-dire la quantité de matière vivante par unité de surface ou de volume.

- *Boues activées (culture libre)* : les boues activées sont des systèmes qui fonctionnent biologiquement, avec une aération artificielle. L'épuration par boues activées consiste à mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en bactéries par brassage pour dégrader la matière organique en suspension ou dissoute. Il y a une aération importante pour permettre l'activité des bactéries et la dégradation de ces matières, suivie d'une décantation à partir de laquelle on renvoie les boues riches en bactéries vers le bassin d'aération.

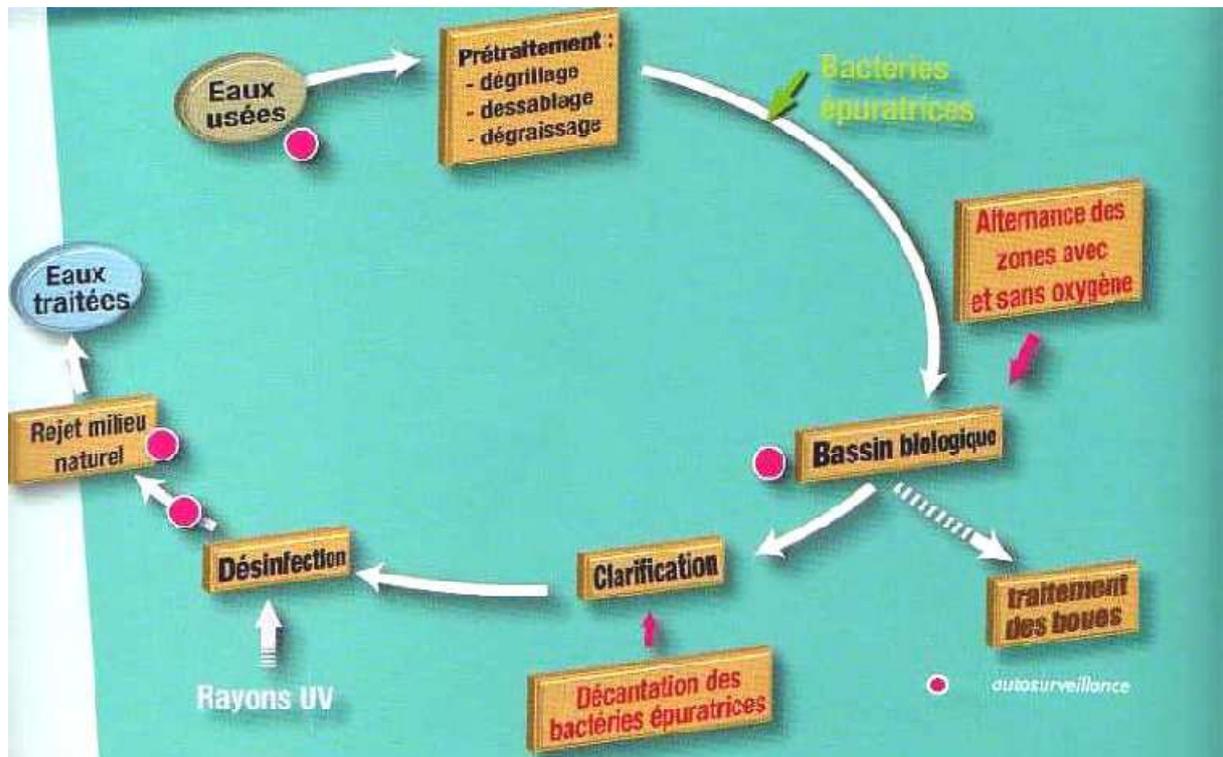


Figure 8 - Schéma de principe de l'épuration par boues activées

- *Biofiltration (cultures fixées)*: les biofiltres sont une innovation pour le traitement des eaux usées domestiques destinées à répondre à des exigences croissantes en matière de qualité. Ces procédés biologiques modernes ont été inspirés des lits bactériens. Ils reposent sur l'action de micro-organismes aérobies fixés sur un support granulaire immergé dans un bassin. C'est une technique qui consiste à réaliser simultanément, dans le même ouvrage, la réaction biologique aérobie de dégradation de la pollution par la biomasse épuratrice et la clarification par filtration de l'effluent traité. L'avantage des biofiltres est de pouvoir traiter les matières polluantes carbonées et éventuellement azotées, dans un volume beaucoup plus faible que dans le cas de procédés à cultures libres, avec des rendements similaires. Mais les biofiltres sont plus coûteux en investissement et plus délicats en fonctionnement.

4. Les traitements tertiaires

Ces traitements complémentaires constituent un complément d'épuration des eaux usées pour adapter ces eaux à l'usage que l'on veut en faire et à la protection du milieu, les usages sont de trois types :

- Irrigation agricole;
- Restitution au milieu récepteur pour la recharge des nappes d'eau souterraines destinées à l'alimentation;
- Rejet dans la Courante en cas de nappes hautes.

Les différents types de traitements sont :

- Les traitements physiques: décantation, filtration, tamisage ou microfiltration;
- Les traitements chimiques: à base de chaux, la floculation ou l'extraction de l'azote et du phosphore;
- Les traitements biologiques: lagunage, boues activées, rejet dans le sol, etc;
- Les traitements bactériologiques: à base de chlore ou d'ozone, par adsorption au moyen de charbon actif ou par rayonnement ultraviolet.

Les mécanismes relatifs à ces différents traitements étant parfois complexes.

4.1 Les mécanismes de l'élimination biologique des matières azotées

Dans les eaux usées urbaines l'azote se présente essentiellement sous la forme d'azote organique N_{org} (urines, protéines) et d'azote ammoniacal NH_4^+ .

Il est rejeté 13 à 15g d'azote par habitant et par jour, dont deux tiers sous la forme ammoniacale et un tiers sous forme organique. Dans les stations d'épuration conventionnelles ne visant que l'élimination de la pollution carbonée, seule une fraction de l'azote (environ 20%) est éliminée. Une élimination plus poussée nécessite la mise en place d'une filière de traitement spécifique dite « de nitrification-dénitrification ».

L'azote est l'un des facteurs de dégradation de l'environnement à plusieurs titres :

- L'azote réduit consomme de l'oxygène pour se transformer en azote oxydé;
- L'ammoniaque libre NH_3 est l'un des principaux toxiques inhibiteurs de la vie aquatique;
- L'ion NH_4 gêne la production d'eau potable (réaction avec le chlore).

4.2 Elimination de la pollution phosphorée

L'élimination du phosphore, contenu dans les eaux usées urbaines, est très insuffisante à la suite d'une épuration secondaire classique (environ 10% du phosphore est éliminé au cours du traitement primaire et 20% au cours du secondaire). Les quantités de rejet dans le milieu récepteur imposent d'améliorer cette élimination. En effet, dans l'eau, le phosphore se retrouve naturellement à l'état minéral mais à faible concentration (0,01 mg/l). Mais l'utilisation " massive " de phosphates dans la fabrication des produits d'entretien et en agriculture pose des problèmes d'équilibre au milieu aquatique. Si les phosphates ne sont pas directement nocifs, leur action est cependant néfaste de par la prolifération des algues qu'ils génèrent à la surface de l'eau limitant considérablement les échanges avec l'air et l'énergie solaire. Il contribue ainsi à l'eutrophisation des eaux.

La quantité de phosphore rejeté dans les eaux urbaines est de l'ordre de 3 à 4g par habitant et par jour (soit une concentration de l'ordre de 25mg/l pour le phosphore total).

Cette élimination peut se faire par voie biologique (décantation primaire et traitement secondaire) puis en co-précipitation par ajout, dans le bassin d'aération, de chlorure ferrique. Ce traitement physico-chimique est basé sur la capacité qu'a le chlorure ferrique

FeCl_3 de se combiner avec les ions phosphates pour former un précipité de phosphate de fer

FePO_4 , sel très peu soluble dans l'eau et qui précipite à l'état colloïdal. Ce procédé, très employé aujourd'hui pour ses nombreux avantages économiques et techniques, a néanmoins l'inconvénient d'engendrer une surproduction de boues allant de 40% à 60%.

5. Traitements complémentaires

5.1 Désinfection des effluents

Ce traitement a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré. Il existe différentes techniques (désinfection au chlore, au brome, par l'ozone, par rayonnement UV ou par lagunage).

5.2 Traitement des odeurs

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements
- Les puits à boues
- Les épaisseurs gravitaires
- Le conditionnement des boues

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les biofiltres et les biolaveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur.

5.3 Traitement des boues

La production de boues par équivalent habitant et par jour est de 30 à 60 g de matière sèche par jour, soit 1 à 3 litres de boues non épaissies. Devant la quantité croissante de boues produites, et face à la difficulté que rencontrent les concepteurs et exploitants des stations d'épuration pour l'évacuation de ces boues, il devient nécessaire d'améliorer les traitements de réduction de la matière organique (taux en matières organiques d'environ 60% avant traitement).

Le traitement des boues a pour objectifs de :

- Réduire la fraction organique afin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques de contamination (stabilisation);
- Diminuer leur volume total afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation).

Le but principal est de traiter ces boues produites de façon à les valoriser en agriculture pour l'amendement des sols et comme engrais, d'autant plus que leur mise en décharge est interdite pour les grandes agglomérations.

L'extraction des boues se fait depuis le clarificateur, trois fois par semaine. En fonctionnement dégradé, il est prévu de pouvoir extraire en direct depuis le bassin d'aération.

L'épaississement est ensuite réalisé par égouttage sur deux tables d'égouttage. Il s'agit d'un système sommaire de pressage permettant d'obtenir des siccités de l'ordre de 6% à 7% sur des boues en excès préalablement conditionnées par des polymères.



Figure 9 – Table d'égouttage

La déshydratation des boues constitue la deuxième étape de réduction de leur volume. Elle s'opère sur des boues épaissies et conditionnées par des polymères et emploie un procédé de centrifugation. Les boues sont ensuite évacuées dans des bennes, enlevées par des camions.



Figure 10 – Déshydratation des boues par centrifugation

Chapitre III

Indicateurs de performance

Afin d'optimiser le fonctionnement des stations d'épuration des eaux usées à travers le monde, on a mis en place des indicateurs de performances à travers les quels on a associé à chacun d'eux des causes de variations ainsi que des consignes de fonctionnement.

1. Intérêts des indicateurs de performances

Les indicateurs de performance sont des paramètres, le plus souvent chiffrés, permettant d'évaluer la performance d'un processus, la qualité d'un service etc.

Regroupés par critères de synthèse, ils sont destinés à aider les responsables à réaliser le suivi du processus ou du service étudié.

Dans notre étude les indicateurs de performances auront les rôles suivant :

✓ Un outil de pilotage et d'évaluation

Ces indicateurs permettent à la station d'épuration d'en suivre les évolutions et de préciser des objectifs à atteindre : si ceux-ci ne le sont pas, l'analyse des résultats permet de comprendre pourquoi et d'y remédier.

✓ Un outil d'incitation à l'amélioration

Les indicateurs de performance permettent de suivre les évolutions services de l'eau et de les comparer avec celles des autres collectivités. Ils constituent en cela des outils d'incitation à l'amélioration des STEP.

Les indicateurs de performance sont donc des paramètres qui permettent d'une part de suivre de manière détaillée dans le temps les différents résultats de la station d'épuration, d'autre part, une vision globale de son fonctionnement apportant aux responsables de services des éléments simples de comparaison.

3. Indicateurs de performance : Consignes de fonctionnement et causes de variation

3.1 Rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration. Il permet d'évaluer la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables ce qui permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique.

(Science Lib , N ° 110703), (J. Rodier. L'analyse de l'eau, 1, 1996)

3.2 Rapport DBO₅ / N-NH₄⁺ /P-PO₄³⁻

Le rapport DBO₅ / N-NH₄⁺ /P-PO₄³⁻ exprime l'équilibre nutritionnel, le métabolisme bactérien s'accompagne de besoins azotés sous forme d'azote ammoniacal et de besoins phosphorés sous forme d'ortho phosphates dans des proportions bien précises.

Toute déviation signifie un déséquilibre en nutriments qui constitue un handicap au niveau du traitement biologique.

(Michael Winkler : Rapport d'application)

3.3 Rapport MES/DBO₅

Le rapport MES/DBO₅ indique la répartition de la pollution particulaire représentée par la MES et de la pollution dissoute représentée par la(DBO₅)

Les valeurs de ce ratio varient en fonction du phénomène de sédimentation-érosion au sein du réseau ainsi qu'au lessivage du sol (d'après CHEBBO 1992), des valeurs importantes pour ce rapport sont observées suite à des événements pluvieux importants, en effet plusieurs études montrent que le flux de MES rejeté par temps de pluie dans les milieux récepteurs proviennent majoritairement de la remise en suspension des dépôts accumulés (dépôts et biofilms) dans le collecteur. (GROMAIRE et al. 2001) ,(kafi- Benyahia M., Gasperi J., Gromaire M. - C., Moilleron R., Chebbo G. 2006)

3.4 Rapport MVS/MES

Ce rapport représente la proportion de la matière volatile en suspension par rapport à la matière en suspension, Ce facteur aura une incidence importante sur :

- ◆ La production de boues biologiques en excès,
- ◆ La qualité mécanique des boues activées
- ◆ Le taux de MVS dans le réacteur biologique
- ◆ Le dimensionnement du réacteur biologique tant pour le traitement de la pollution carbonée que pour la nitrification et la dénitrification simultanée (dans le même bassin)
- ◆ Le dimensionnement du clarificateur
- ◆ Le dimensionnement de la filière boues (directement par l'influence sur la production de boues).

(Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc.2002), (Géraldine Dauvergne.2007)

3.5 Rapport DCO/P_T et DBO₅/P_T

Le rapport DCO/P_T indiquera la mixité relative de l'effluent ainsi que les possibilités et la faisabilité d'un traitement biologique du phosphore.

En effet la composition de l'eau usée influence de manière prépondérante l'efficacité du processus de déphosphatation biologique. Cette influence est pratiquement aussi importante que la présence ou l'absence d'oxygène dans le milieu. L'acétate et le propionate sont les substrats de choix pour une élimination maximale de phosphore. (Géraldine Dauvergne.2007), (Gaëlle et Deronzier, Jean-Marc Choubert. 1998),(Claire Delamare -Delphine Faugerox-Emmanuelle Goussot-Min Zhou. 2010)

3.6 Rapport NH₄⁺/NTK

Le rapport NH₄⁺/NTK caractéristique de la pollution azotée apportée par l'effluent. Il indique le degré d'ammonification durant le transfert de l'effluent dans le réseau

Plus la valeur de ce ratio est élevée, plus l'azote organique est transformé en azote ammoniacal soluble (ammonification importante) donc une grande partie de la pollution azotée se trouve sous forme d'ions ammoniumNH₄⁺. (Christophe DUC.2009).

3.7 Rapport DCO/NTK

Le rapport DCO/NTK influence la cinétique de nitrification et donc le degré d'abattement de l'azote global. Plus ce rapport est faible, plus la vitesse de nitrification est élevée. (Christophe DUC.2009), (Gaëlle Deronzier, 2006)

3.8 Rapport NTK/DBO₅

Ce rapport est lié à la cinétique de dénitrification, une valeur faible de ce ratio désigne l'efficacité du procédé d'élimination de l'azote organique, induisant une nitrification importante. La majorité de l'azote organique sera donc transformée en nitrates sous l'action des bactéries nitrifiantes, la quantité de nitrates ainsi disponibles influence la cinétique de dénitrification. (Christophe DUC.2009).

3.9 Rapport DBO₅ / N à dénitrifier

Ce rapport indiquera la cinétique de la réaction de dénitrification, plus ce rapport diminue, plus le processus de dénitrification est ralenti.

En effet, la dénitrification est d'autant plus rapide que la quantité de carbone disponible est importante et que ce carbone est rapidement biodégradable. La vitesse de dénitrification est une fonction croissante de la pression de carbone exercée sur la biomasse, donc de la charge appliquée. (Christophe DUC.2009), (Memotec n° 24 révision.2006)

3.10 Production des boues primaires /production des boues primaires théoriques

Ce rapport indiquera l'efficacité de la décantation physique des boues au niveau du décanteur primaire, plus le rapport est petit moins la décantation est bonne, ce qui est dû à la fermentation des boues, On constate des remontées de boue noirâtres et malodorantes en surface du décanteur primaire, la flottation de ces boues s'explique par la présence de microbulles internes qui diminuent la densité apparente des boues. Ces bulles sont la résultante d'une activité de fermentation anaérobie au sein de la boue. (Christophe DUC.2009)

3.11 Rapport MS (extraites)/DCO

Ce ratio indique le taux d'extraction des boues :

Les variations de ce rapport sont dues un problème au niveau du poste de déshydratation des boues : si une panne se produit avec l'une des centrifugeuses, la quantité de MS extraite sera plus faible et le ratio plus petit.(Géraldine Dauvergne .2007)

3.12 Rapport Polymère /MS (désydratées)

Ce ratio permet de vérifier l'efficacité de l'injection du polymère. Les quantités de polymère englobent également la quantité de polymère utilisée pour le graissage des canalisations (pompes gavage), et la quantité réellement utilisée pour la déshydratation des boues.

Un problème au niveau des centrifugeuses ou des pompes d'injection du polymère peut être une cause de variation de ce ratio.(Géraldine Dauvergne .2007).

Le tableau suivant donne quelques indicateurs de performances, la limite de variation pour un effluent urbain ainsi que la signification et l'intérêt du ratio.(Géraldine Dauvergne .2007)

Tableau 6 - Quelques ratios : limites de variation et signification

Ratio	Effluent urbain strict	Signification
DCO/DBO₅	2,2 -2,4	Evaluation de la biodégradabilité de la matière organique : ♣ DCO/DBO₅<2 : facilement biodégradable ♣ DCO/DBO₅= [2-3] :biodégradable (a dominante domestique) ♣ DCO/DBO₅> 3 : non biodégradable
DBO₅ / N-NH₄⁺ /P-PO₄²⁻ (C/N/P)	(100/5/1)	Exprime l'équilibre nutritionnel :
MES/DBO₅	0.69 et 2.93	♣ Indiquera la nature de la pollution ♣ Influencera la production de boues.
MVS/MES	0.65-0.75	ce ratio indiquera l'organicité de l'effluent et les possibilités de son traitement.

DCO/P_T	44-50	DCO/P_T > 40 à 45 indique une bonne aptitude au traitement biologique du phosphore.
NH₄⁺/NTK	0.6-0.8	Indiquera le degré d'ammonification durant le transfert de l'effluent dans le réseau
DBO₅/NTK	4-5	<ul style="list-style-type: none"> ♣ Indiquera la mixité de l'effluent ♣ Influencera le taux d'abattement de l'azote.
NTK/DBO₅		<p>Estimation de la cinétique de dénitrification :</p> <ul style="list-style-type: none"> ♣ NTK/DBO₅ > 0.5 → k=1.7 mg N-NO₃/g MVS. h ♣ NTK/DBO₅ < 0.5 → k=2.1 mg N-NO₃/g MVS. h ♣ NTK/DBO₅ < 0.4 → k=2.4 mg N-NO₃/g MVS. h ♣ NTK/DBO₅ < 0.3 → k=2.7 mg N-NO₃/g MVS. h ♣ NTK/DBO₅ < 0.2 → k=3 mg N-NO₃/g MVS. h
DBO₅/NO₃⁻		<p>Indiquera les possibilités et la faisabilité de la réaction de dénitrification.</p> <ul style="list-style-type: none"> ♣ DBO₅/NO₃⁻ > 2 bonne dénitrification (technique de l'ingénieur, épuration de l'eau)
Production des boues primaires /production des boues primaires théoriques	0,8	Efficacité de la décantation physique dans le décanteur primaire
MS/DCO (éliminée)		Indiquera le taux d'extraction des boues biologiques.
Polymère/MS (extraites)		<p>Permet de vérifier l'efficacité de l'injection du polymère.</p> <ul style="list-style-type: none"> ♣ Boues primaire : Polymère /MS = [3-5] ♣ Boues mixtes (50/50) : Polymère /MS = [6-8] ♣ Boues biologiques : Polymère /MS = [8-12]
Energie consommée sur DBO₅ ou DCO		Optimisation de la consommation énergétique

Chapitre IV

Présentation de la station

1. Historique de la station

La station de BARAKI est une station parmi les 38 existantes dans le littoral algérien. Elle a été réalisée dans le cadre du schéma général d'assainissement Grand Alger (élaboré en 1976) qui prévoyait la réalisation des collecteurs principaux longeant l'oued El Harrach et ses affluents afin de collecter tous les rejets d'eaux usées urbaines et industrielles pour les acheminer, par le biais des stations de relevage, à la station de Baraki.

Le système d'épuration de BARAKI a été réalisé entre 1984 et 1989 par l'entreprise française OTV. La capacité nominale de la station est de 750.000 équivalents-habitants. Sur la base des valeurs de charges spécifiques corrigées (50 au lieu de 60 g DBO5/EH/j). La capacité de la station serait de 900 000 équivalents- habitants.

La station a été exploitée par l'ADE (ex EPEAL) à partir de 1989 avec l'assistance du réalisateur pendant 3 années.

Selon le bureau d'Ingénieurs-Conseils KITTELBERGER qui a procédé à une expertise en 1995, la station n'était plus opérationnelle notamment du fait:

- Qu'elle était sous-alimentée en eaux usées brutes depuis l'arrêt en Avril 1995 (acte de sabotage sur la station de relevage N°2) de la collecte des eaux usées de l'agglomération d'Alger. Les eaux qui arrivent à la station ne sont plus que de l'ordre de 2.000 m³/j contre 100.000 m³/j prévues.
- Que la filière de traitement des boues était totalement arrêtée après l'endommagement de la cloche du gazomètre (fausse manœuvre lors d'une opération d'entretien en 1993).

Le diagnostic essentiel de l'ingénieur-conseil porte sur la gestion: *"D'une manière générale, il ne fait aucun doute que l'exploitation de la station souffre de graves insuffisances dans le suivi et la surveillance et d'un manque évident de moyens. Le manque de pièces de rechange et de consommables est flagrant. L'organisation en personnel de gestion et d'exploitation ne permet pas un réel suivi du fonctionnement et un entretien régulier de la station"* (extrait du rapport d'expertise).

La réhabilitation de la station a été envisagée par le Ministère des Ressources en eau. Par ailleurs, dans le cadre de l'actualisation du Plan Directeur d'Assainissement, des extensions sont prévues pour porter la capacité à 3.600.000 équivalents habitants.

L'acheminement des eaux usées vers la station nécessite également la réhabilitation et l'extension d'un certain nombre de collecteurs avec des stations de relevage qui sont précisées dans l'étude de KITTELBERGER. Il s'agit notamment des Collecteurs Oued Smar (2^{ème} tranche), Oued Ouchaiah, Pointe Pescade, El Harrach industriel, Eucalyptus (partie avale), Baba Ali (partie avale).

En 2005 la société VATECH WABAG a fait la réhabilitation de la station. Les prestations de WABAG comprenaient :

- ✓ l'examen et le diagnostic des installations existantes,
- ✓ le démontage et la réhabilitation des ouvrages existante,
- ✓ la fourniture, l'installation et la mise en service des équipements
- ✓ l'exploitation / maintenance.

La mise en fonctionnement était en Mars 2009. En Mars 2011 le contrat avec WABAG était terminé et la SEAAL a pris le service.

La station de Baraki reçoit 67% d'eaux usées urbaines et 33% d'eaux usées industrielles, qui une fois traitées seront déversées dans l'oued El Harrach et par la suite dans la mer.

Une extension de la station jusqu'à 1,8 millions équivalents habitants est prévu en introduisant des technologies répondant à la fois aux exigences économiques et écologiques afin de réduire la pollution organique de moitié immédiatement en aval de l'oued El Harrach.

2. Localisation

La station est située dans la wilaya d'Alger, à Baraki à environ 18 km au sud-est d'Alger et à 35 km au nord-est de Blida sur un terrain plat. Elle s'étend actuellement sur une superficie de 10 km² qui est suffisante même pour une éventuelle extension.



Figure 11 - STEP de BARAKI-Algérie



Figure 12 -Vue de dessus de la STEP de BARAKI par satellite [Google Earth]

3. Caractéristiques techniques

La station d'épuration de Baraki est de type boues activées à moyenne charge. Elle s'étend actuellement sur une superficie de 10 km² La capacité nominale de la station de traitement est de 900.000 équivalents habitants, avec une charge hydraulique moyenne autour de 150.000 m³/j

Elle est conçue pour procéder à la décantation (5 à 6h), traitement physique suivi d'un traitement biologique achevé par une clarification et une désinfection au chlore. Le temps de séjour global est de 12-15h.

4. Caractéristique de l'eau à traiter

Le bassin de traitement reçoit les eaux domestiques évacuées de la station de pompage d'El-Harrach (70%), et 30% qui arrivent gravitairement dans un collecteur de Baba Ali. Une fois l'eau épurée, elle est acheminée directement pour être versée dans l'oued. L'objectif de la station est de réduire 90- 95% DBO5, 75-80% DCO et 90-95% MES. Les estimations des charges polluantes de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la station ont été fixées comme suit :

Tableau 7- Les estimations des charges polluantes de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la station de Baraki.

Concentration à l'entrée	Concentration à la sortie
DBO5=300mg/l	DBO5=20mg/l
DCO=500mg/l	DCO=100mg/l
MES=900mg/l	MES=20mg/l

5. Caractéristiques générales

Tableau 8- Caractéristiques générales de la station de BARAKI

Adresse	Carrefour Sidi Arcine Route de Baraki B.P 86 - Alger 16000. ALGÉRIE
Maître d'ouvrage / Exploitant	Direction d'hydraulique W.ALGER / SEAAL
Constructeur	l'entreprise française OTV Réhabilitation par: WABAG
Année de mise en route	1989 jusqu'à 1995, reprise en 2009
Capacité nominale	150 000 m ³ /j
Equivalent habitant	900 000 EH

6. Procédé d'épuration

Les eaux usées arrivent à la station par gravité ou par pompage, les étapes par lesquelles passent ces eaux usées dans la station de BARAKI sont schématisées dans la figure suivante :

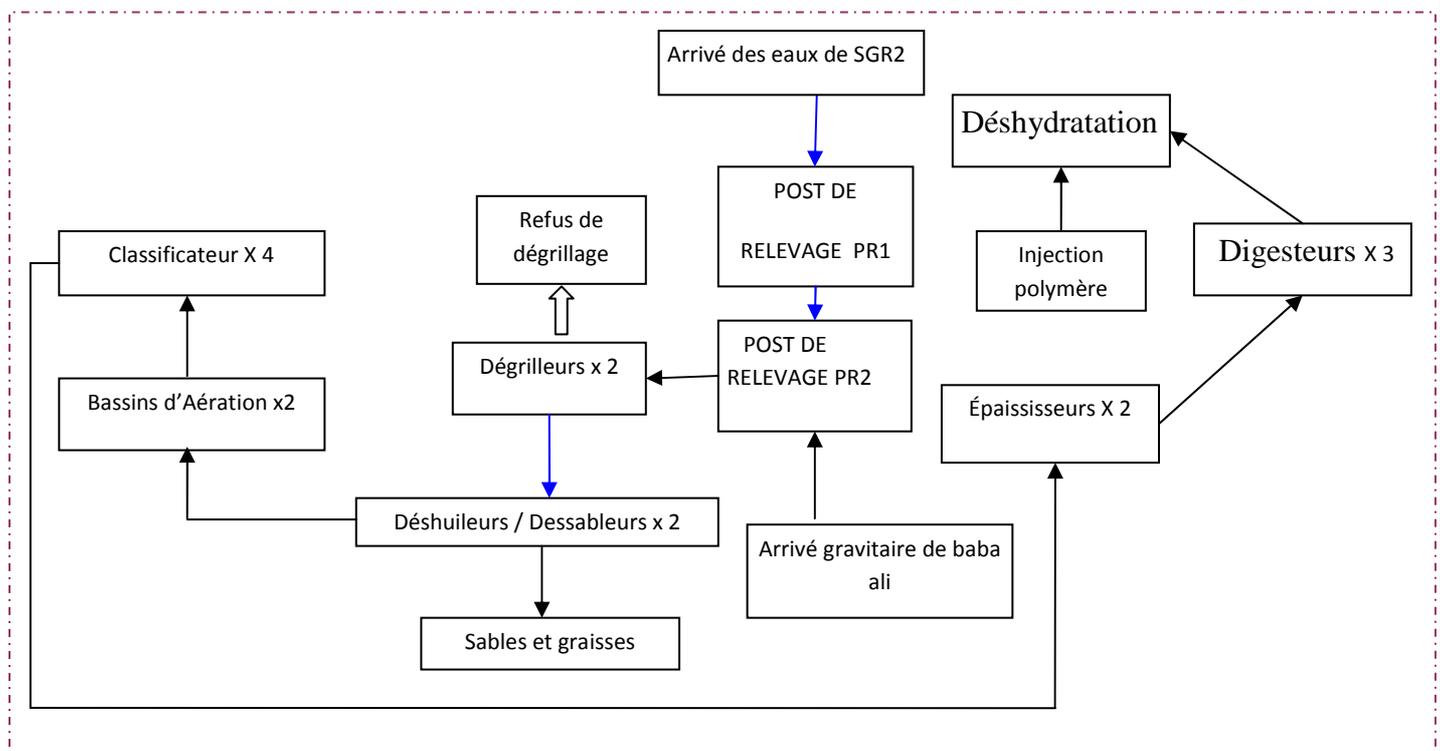


Figure 13 - La synoptique de la station de BARAKI

7. Procédé de traitement et description des ouvrages de la STEP

Poste de relevage PR1

Les eaux brutes relevées depuis SRG2, ainsi que les eaux usées internes de la station sont reprises par les pompes à vis vers le poste de relevage PR2.



Poste de relevage PR2

Les eaux brutes relevées depuis PR1 arrivent dans la fosse de PR2, elles sont mélangées aux eaux provenant du collecteur de BAB ALI. Les pompes à vis se chargent de les envoyer vers le dégrilleur et ainsi commencer le traitement.



Le prétraitement

Il est destiné à séparer les eaux résiduaires :

- ✓ Les matières solides volumineuses risquant d'obstruer les canalisations de l'installation de traitement
- ✓ Les matières flottantes et les polluants liquides (huiles, hydrocarbures) non miscibles à l'eau et généralement moins dense qu'elle.



Le dégrillage : il permet de séparer les matières volumineuses. Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100mm. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0.6 et 1m/s.



Le dégrillage s'effectue de façon automatique à la STEP, au moyen de grilles verticales ; il y a d'abord le dégrillage grossier où l'espacement entre les barreaux est grand. Il ne permet pas le passage aux solides volumineux puis le dégrillage fin qui arrête les solides plus fins qui ont pu passer au travers de la première grille.

Le dessablage-déshuilage : le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter les dépôts dans les conduites et canaux, et à protéger les pompes contre l'abrasion. Il peut devenir indispensable lorsque les usines sont desservies par un réseau unitaire, et notamment pour les industries métallurgiques ou mécaniques.



Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200 μ m. Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation.

On peut considérer que le déshuilage se rapporte à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau.

Ces deux phases sont ainsi combinées et réalisées au sein d'un même ouvrage, avec insufflation d'air et dispositif d'écumage des matières flottantes et de raclage et d'extraction de sable.

Le traitement primaire

Ou décantation primaire, ce procédé permet d'éliminer 50% des MES. Il existe de nombreux types de décanteurs classiques qui se distinguent d'une part d'après le sens d'écoulement des eaux et d'autre part, d'après les dispositions adoptées pour l'évacuation des boues. Cet ouvrage n'est pas actuellement exploitable à cause des défaillances du décanteur engendré par le séisme de 2003. Ce dernier est en cours de réhabilitation.

Le traitement biologique

Le traitement biologique par boues activées est l'un des plus utilisés. Les eaux usées, prétraitées, sont déversées dans un bassin (dit bassin d'aération) où une population microbienne active est maintenue en suspension grâce à un dispositif qui assure l'homogénéité du mélange et l'aération du liquide. Ces micro-organismes se développent aux dépens des matières oxydables de l'effluent et forment de multiples floccs qui constituent la boue activée. Celle-ci se sépare du liquide épuré par simple décantation, ce qui permet le rejet de l'eau traitée et la réinjection de la



masse active dans le bassin d'aération. Le système fait donc intervenir successivement deux phases d'aération et de décantation. Il utilise une population microbienne variée : bactéries, champignons, protozoaires, rotifères, nématodes, etc. dont la composition qualitative et quantitative dépend de nombreux facteurs tels que l'alimentation, la teneur en oxygène des bassins, le pH, la température, les interactions entre espèces.

Le traitement des boues

Recirculation et extraction des boues : le but de la recirculation des boues du ou des décanteurs secondaires vers le bassin d'aération est d'y maintenir une concentration constante et correcte de la liqueur mixte ce qui permet de respecter une charge massique de fonctionnement considérée ou de limiter le temps de séjour dans les décanteurs pour garantir une bonne qualité et un âge de boue bien défini et d'éviter conséquemment l'accumulation et le débordement du lit de boue dans les décanteurs.

Épaississement des boues : vise à augmenter la siccité (teneur en matière sèche) des boues sans pour autant modifier le caractère liquide de la boue. Cet épaississement peut se faire simplement par voie gravitaire dans un concentrateur ou par des moyens mécaniques (égouttage, flottation ou centrifugation).



Déshydratation : correspond en fait à une augmentation forte de siccité, modifie l'état physique des boues, celles-ci passant de l'état liquide à l'état pâteux ou solide. Cette opération est assurée par des filtres à bandes. Après un mélange avec des polymères, la boue est déversée sur un tapis roulant qui assure l'élimination de toute trace d'eau.



Nous arrivons donc à la fin du processus de traitement de la station.

Laboratoire d'analyses de la STEP

Le laboratoire est une partie importante de la station, c'est là que sont effectuées les analyses de l'eau brute et de l'eau épurée.

Les analyses sont pratiquées quotidiennement afin d'avoir des informations sur les eaux qui rentrent dans la station et sur les eaux épurées à la sortie du bassin d'aération.

Deux échantillonneurs automatiques sont installés : un en aval des dégrilleurs fins et est prévu pour prélever des échantillons d'eau brute et un autre installé dans la conduite de sortie des eaux traitées qui est prévu pour prélever des échantillons d'eau clarifiée.



Les analyses effectuées sur les échantillons brutes et traités sont : température, pH, conductivité, MES, MVS, DBO5 et DCO ainsi que les différents paramètres indésirables (nitrates, nitrites, azote total, phosphate total, ortho phosphate).

Les différents micro-organismes présents dans le bassin d'aération sont :

- Aspidisca (Cilies) : un protozoaire est toujours présent dans des installations dans les quelles l'oxygène est présent en permanence (Aération prolongée).
- Vorticelle : l'observation de ce type de protozoaire traduit une efficacité épuratoire correcte (un traitement poussé du carbone)
- Pleurions (flagelles) : présente en quantité variable cela est dû à l'existence d'effluents industriels d'origine animale (lisier de bétail). Leur existence est aussi due à un rendement correct.
- Rotifères : des métazoaires sont présents très fréquemment dans les boues activées

Chapitre V

Etudes des paramètres de pollution

Dans le présent chapitre nous allons présenter les moyennes mensuelles et les valeurs minimales et maximales des paramètres de pollution mesurés au sein de la station d'épuration de Baraki, pour la période janvier 2010 jusqu'à mars 2011.

Tableau 9 - Paramètres globaux des eaux usées de la station de Baraki à l'entrée et sortie de Janvier 2010 jusqu'à Mars 2011.

Paramètres	Valeurs minimales		Valeurs moyennes		Valeurs maximales		Rendement (%)
	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée	
Débit (m ³ /j)	45744,61	Absence de débitmètre à la sortie	59450,45	Absence de débitmètre à la sortie	72254,40	Absence de débitmètre à la sortie	
Température (°C)	18,74	18,80	20,57	20,31	23,80	22,60	
pH	7,67	7,47	7,94	7,54	8,09	7,69	
Conductivité (µS/cm)	1650,00	1404,00	1736,60	1470,26	1787,00	1559,00	
MES (mg/l)	295,00	12,00	596,53	19,00	1085,00	25,00	96,81
MES (kg/j)	24243,00	741,00	36472,80	1140,73	44535,00	1569,00	
DCO (mg/l)	230,00	27,00	626,73	66,40	1250,00	106,00	89,40
DCO (kg/j)	20967,00	2561,00	38111,14	4009,41	48827,00	6755,00	
DBO ₅ (mg/l)	200,00	20,00	330,80	33,26	580,00	59,00	89,94
DBO ₅ (kg/j)	11158,00	1287,00	19916,73	1908,00	25820,00	2634,00	
NGL (mg/l)	51,57	26,61	58,20	32,55	65,70	44,45	44,07
NGL (kg/j)	2744,83	1457,71	3654,10	1997,43	4293,61	2933,29	45,33
NTK (mg/l)	49,11	26,52	56,81	32,27	64,17	44,07	43,19
NH ₄ ⁺ (mg/l)	28,64	23,11	37,35	33,60	53,61	47,44	
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	22,28	17,98	29,05	26,13	41,70	36,90	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,61	0,26	4,74	1,06	8,63	2,03	
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,59	0,06	1,07	0,24	1,95	0,46	
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,36	0,06	1,04	0,16	2,20	0,29	
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,11	0,02	0,31	0,048	0,51	0,09	
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1,22	0,18	1,41	0,33	1,53	0,61	
P-PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,40	0,06	0,46	0,11	0,50	0,20	
P _T (mg/l)	8,47	1,47	9,61	2,04	11,77	3,20	78,77

Tableau 10 - Paramètres supplémentaires

Paramètres	Valeurs minimales	Valeurs moyennes	Valeurs maximales
	Boue active	Boue active	Boue active
MS (mg/l)	3283,33	7805,44	11674,76
MVS (mg/l)	1577,14	3972,41	6100,23
% de MVS	43%	50,83%	58,71%
Consommation électrique (Kwh /j)	24 784	27 028	30 369

1. Evolution de la charge hydraulique

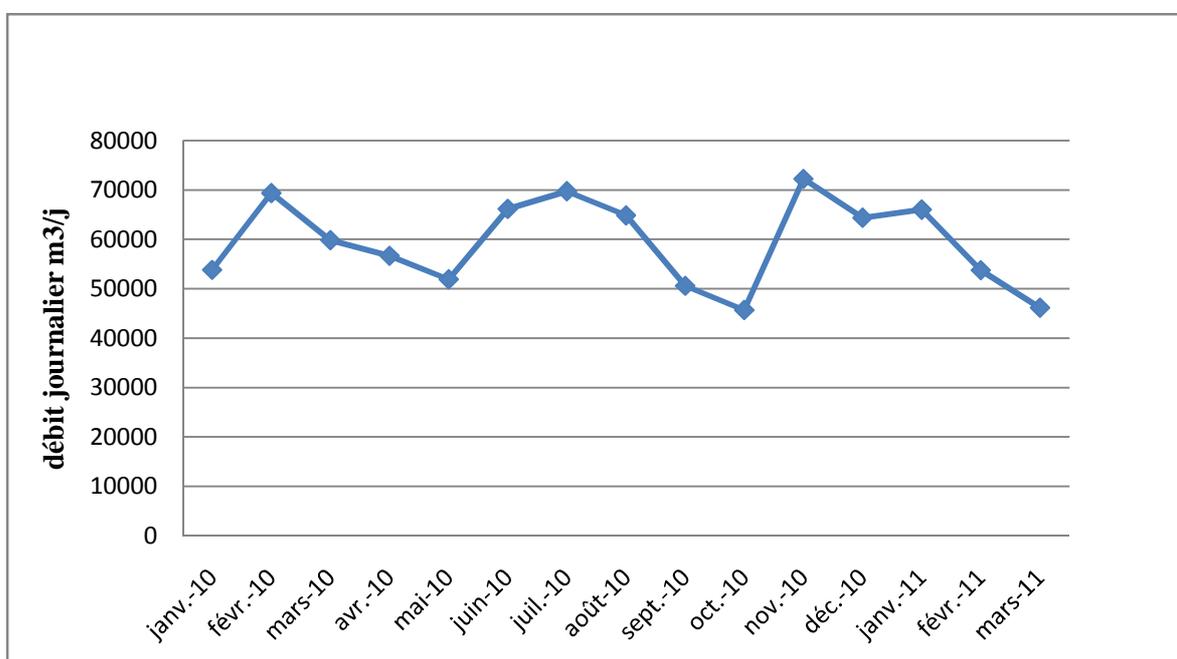


Figure 14 - Evolution du débit d'entrée de janvier 2010 à Mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la station les débits sont extrêmement variables, allant de 45744 m³/j mesuré en Octobre 2010 à 72254 m³/j mesuré en Novembre 2010. Ce dernier représente 48% de la capacité nominale de la station.

La valeur moyenne oscille autour de 59450 m³/j représentant 39% du débit nominal. Les valeurs des débits journaliers sont toutes au dessous de la capacité nominale, de telles valeurs de charges ne posent aucun problème au sein de l'installation.

1.1 Taux de dilution STEP DE Baraki

Dans le détail, la part des eaux claires totales (permanentes et pluviales) dans les eaux usées peut être évaluée par le débit d'eaux usées moyen tout temps confondu. Cette part est calculée en évaluant l'effet de la dilution des eaux usées par rapport aux eaux claires théoriques non diluées (par exemple la concentration théorique en DBO5 est de 300 mg/l avec 50 gr de DBO5/EH.J). Le tableau et le graphique suivants indiquent l'estimation du taux de dilution en entrée de STEP pour chaque bilan.

Tableau 11- Taux de dilution.

Date	Eau Brute m3/j	Charge entrante kgDBO5/J	Charge entrante(EH) 1EH=50g DBO5/j	Volume EU domestique 150l/EH/j	Volume eaux claires parasites m3/j	Taux de Dilution %
01-janv-10	77750	21770	435 400	65310	12440	19
05-févr-10	71607	21482	429 642	68743	2864	4
05-mars-10	83280	23318	466 368	74619	8661	12
10-avr-10	50160	14045	280 896	44943	5217	12
10-mai-10	20130	5636	112 728	18037	2094	12
05-juin-10	80620	24186	483 720	77395	3225	4
14-juil-10	77553	18613	372 254	59561	17992	30
01-août-10	81530	22828	456 568	73051	8479	12
05-sept-10	58210	12806	256 124	40980	17230	42
14-oct-10	65320	19727	394 533	63125	2195	3
01-nov-10	64099	19230	384 594	61535	2564	4
01-déc-10	72939	17505	350 107	56017	16922	30
01-janv-11	72939	21667	433 350	69336	3603	5
01-févr-11	82717	24815	496 302	79408	3309	4
15-mars-11	20530	5338	106 756	17081	3449	20
Moyenne	65292,27	18197,81	363956,19	57942,72	7349,54	14

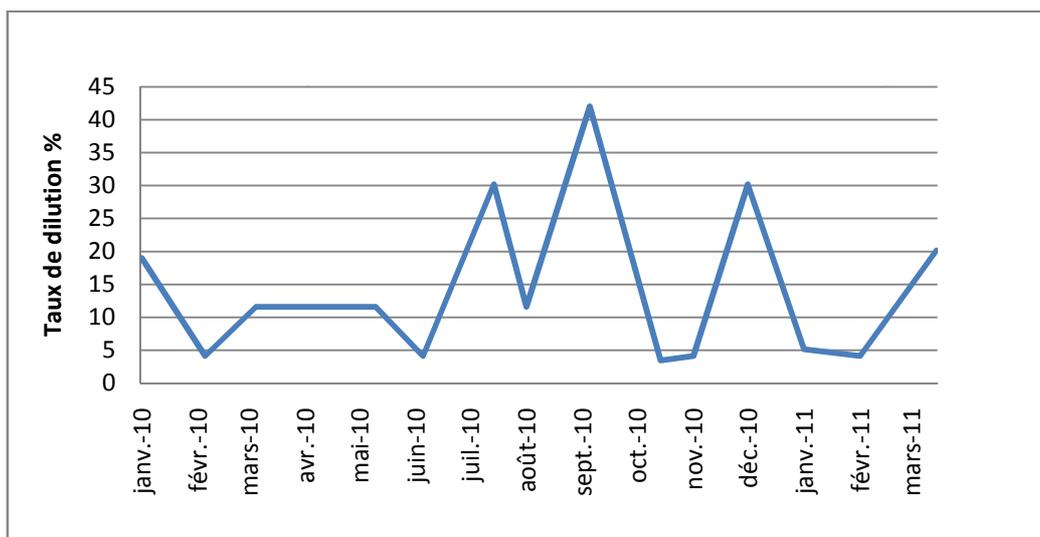


Figure 15 - Evolution du taux de dilution dans la STEP de Baraki

On remarque que la quantité des eaux claires parasites demeure assez faible et n'aura donc pas d'impact sur le traitement de ces eaux.

La station est bien dimensionnée au niveau hydraulique, on ne constate pas d'altération de la qualité du rejet tant que la capacité nominale n'est pas atteinte. De telles charges devraient pouvoir être absorbées sans problème par l'installation. On remarque aussi que la quantité des eaux claires parasites demeure assez faible et n'aura donc pas d'impact sur le traitement de ces eaux.

2. Evolution des paramètres physico-chimiques

2.1 Température

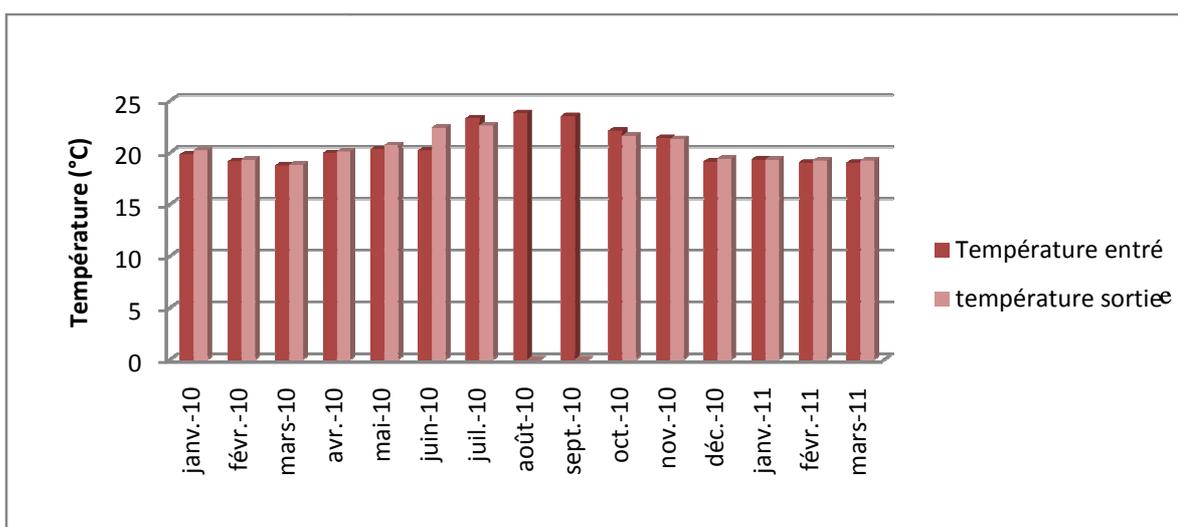


Figure 16 - Evolution de la température de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la STEP, les températures des eaux usées brutes sont comprises entre 18,74°C et 23,8°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales enregistrées pour les mois de mars 2010 et août 2010 respectivement avec une valeur moyenne de 20.57°C.

On remarque qu'il n'existe pas des changements brusques de la température de ces eaux usées d'un mois à un autre. En général des variations de 1°C à 3°C sont souvent observées. Cela est dû aux variations saisonnières et à la nature des rejets industriels

Comparativement aux valeurs de températures enregistrées à l'entrée de station aucune variation significative n'a été observée à la sortie. Les valeurs sont comprises entre 18.8 °C et 22,6 °C avec 20.31 °C comme valeur moyenne.

Toutes les températures enregistrées pendant la période de janvier 2010 à mars 2011 sont conformes aux normes qui fixent 30 °C comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur (J.O.R.A.1996). De même ces valeurs de température sont inférieures à 35°C, considérée comme valeur limite indicative pour les eaux destinées à l'irrigation (Normes marocaines, Bulletin officiel.2002).

2.2 Le pH

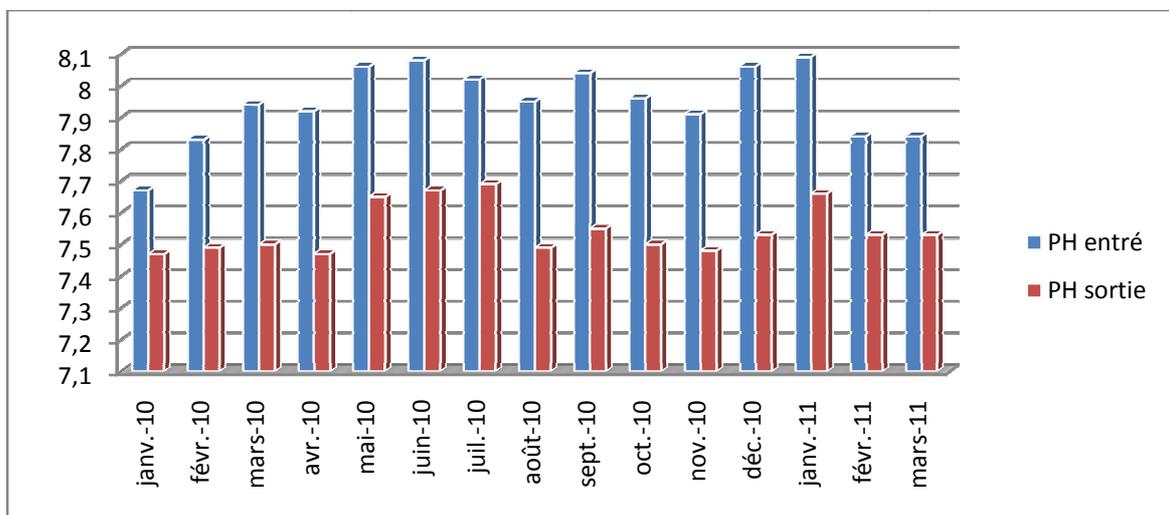


Figure 17 -Evolution du pH de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la station, les valeurs du pH varient entre 7,67 et 8,09 avec 7,97 comme valeur moyenne, durant la période de janvier 2010 à mars 2011 le pH a oscillé entre des valeurs voisines de la neutralité et des valeurs légèrement basiques.

A la sortie de la STEP le pH varie légèrement et oscille entre 7.47 et 7,69 respectivement comme valeurs extrêmes minimales et maximales avec une moyenne de 7,54.

Le phénomène de la corrosion au niveau des canalisations est directement influencé par le PH, mais vu que la plupart des canalisations raccordées sont en béton, ce problème reste négligeable.

Cette analyse concernant le pH est en accord avec les limites [6.5-7.5] fixées par l’OMS, aussi avec les normes algériennes [6.5 -7.5]. (l’OMS)

2.3 La conductivité électrique

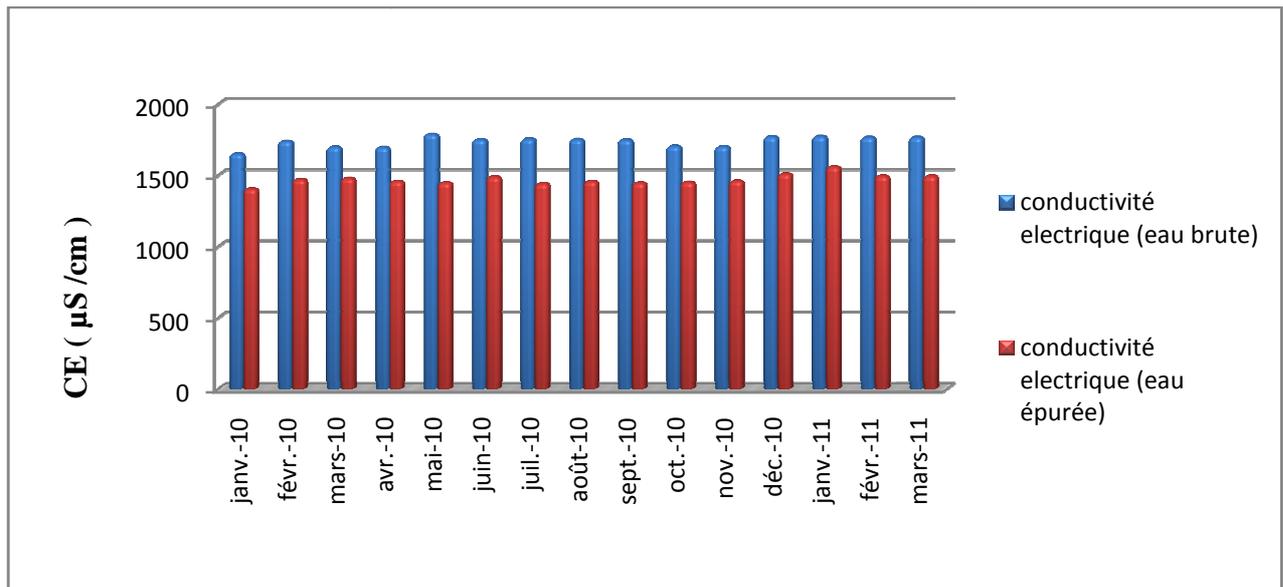


Figure 18 Evolution de la conductivité électrique de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

La conductivité électrique de l’eau brute varie entre 1650 µS /cm et 1787 µS /cm comme valeurs extrêmes enregistrées respectivement aux mois de janvier 2010 et de mai 2010 avec une moyenne de 1736,6 µS /cm.

A la sortie de la STEP les valeurs de conductivité sont comprises entre 1404 µS /cm et 1559 µS /cm avec une moyenne de 1470,26 µS/cm.

Que se soit pour les eaux brutes ou pour les eaux épurées, les résultats obtenus mettent en évidence une minéralisation importante de ces eaux exprimée en conductivité moyenne.

Ces valeurs de conductivité pourraient être expliquées par des rejets industriels fortement minéralisés raccordés au collecteur.

Ces valeurs sont plus ou moins satisfaisantes vue que la valeur moyenne est inférieures à 2700 µS/cm, considérée comme valeur limite de rejet dans le milieu récepteur. (J.O.R.A.1996)

La comparaison des valeurs de conductivité électrique enregistrées avec les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation permet de les classer dans la classe 3 : 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donc des eaux à haute salinité qui ne devrait pas être utilisées dans les sols où le drainage est faible. De plus, ce type d'eau ne doit pas servir à irriguer les plantes sensibles aux sels même sur les sols ayant un bon drainage.

3. Les paramètres de la pollution particulaire

3.1 Matière en suspension (MES)

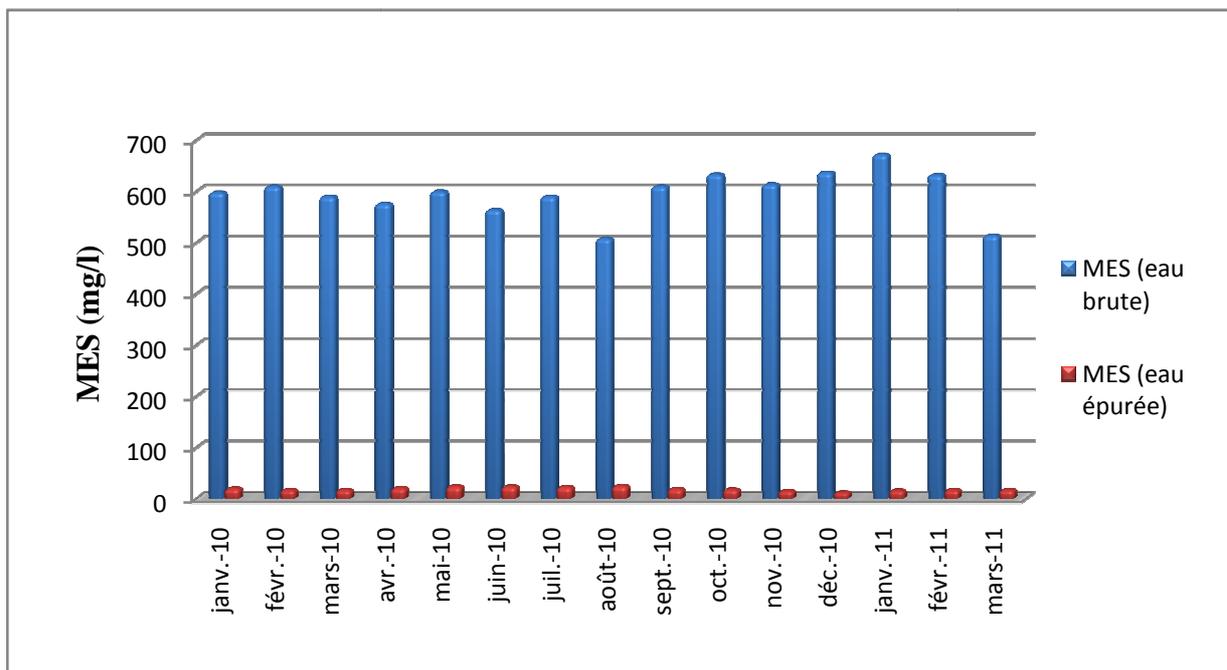


Figure 19 Evolution de la concentration en MES de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

Les eaux usées brutes arrivant à la STEP de Baraki sont caractérisées par une concentration moyenne de 596,53 mg/l en MES avec une concentration maximale de 1122 mg/l et une concentration minimale de 280 mg/l. Les valeurs enregistrées sont inférieures à la charge nominale de la station.

A la sortie de la station les valeurs de MES oscillent entre 12 mg/l et 25 mg/l comme valeurs extrêmes minimales et maximales, respectivement, avec une moyenne de 19 mg/l.

Le rendement d'élimination varie entre 95,6% et 98% avec une moyenne de 96,76%. La valeur moyenne à la sortie reste conforme à la norme de rejet fixée par l'OMS qui est de 20 mg/l, et ces valeurs restent largement inférieures à la norme algérienne qui est de 35mg/l.

4. Evolution des paramètres de la pollution organique globale

4.1 La demande chimique en oxygène (DCO)

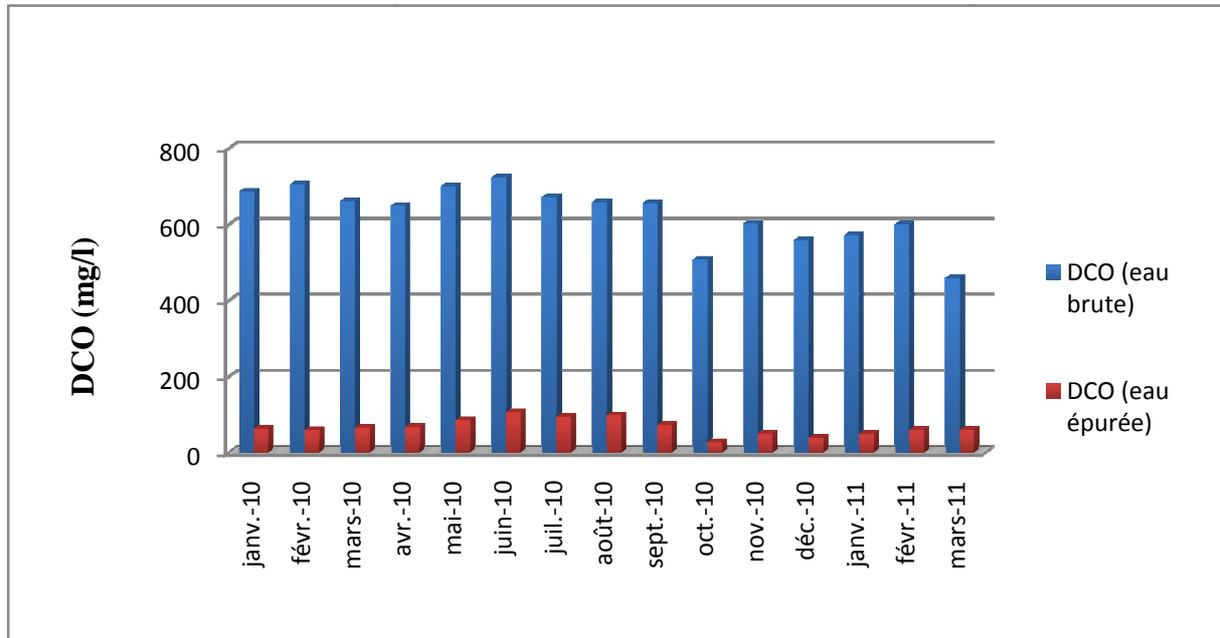


Figure 20 Evolution de la demande chimique en oxygène de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

Les valeurs de la DCO enregistrées à l'entrée de la station varient entre 230 mg/l et 1250 mg/l respectivement comme valeurs maximales et minimales; avec une moyenne de 626,73 mg/l.

A la sortie de la station, la concentration en DCO varie entre 27 mg/l et 106 mg/l avec 66,4 mg/l comme valeur moyenne. Ces valeurs sont en général inférieures à 90 mg/l, considérée comme valeur limite de rejet direct fixée par l'OMS, de même elle est inférieure à 120 mg/l (norme de DCO prescrite dans le journal officiel de la république algérienne).

Le degré d'abattement de la DCO varie entre 84,8% et 92,8 % avec une moyenne de 88,84%, la valeur minimale du rendement est due à une forte concentration en DCO dur qui ne peut pas être métabolisée par les bactéries. (Pollution industrielle)

4.1 La demande biologique en oxygène (DBO5)

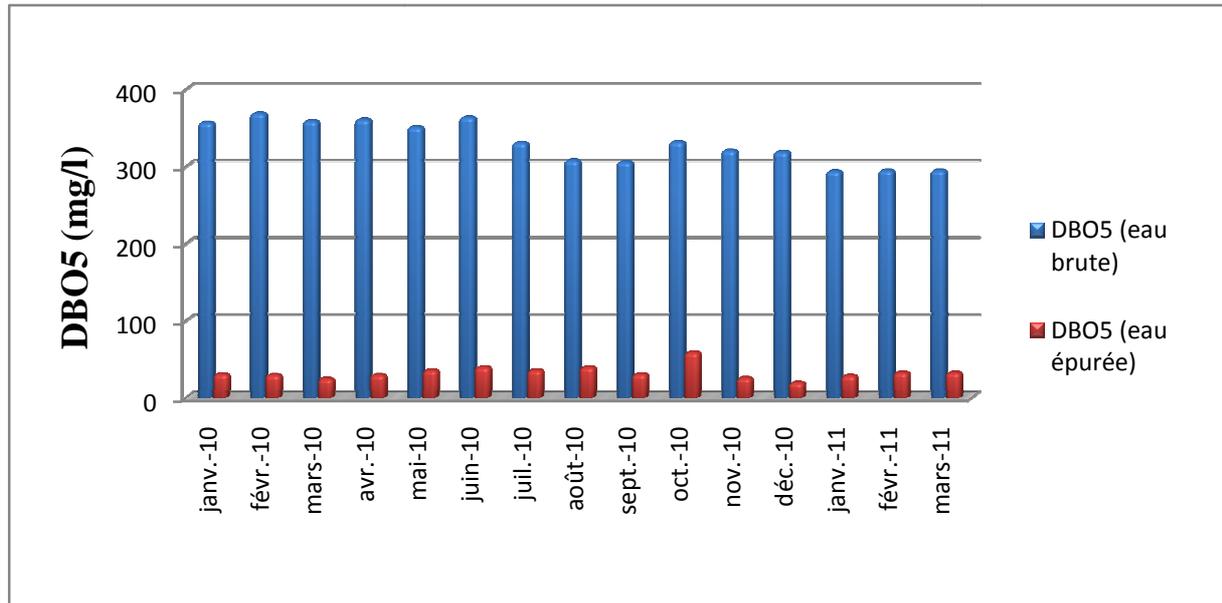


Figure 21 Evolution de la demande biologique en oxygène de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

Les valeurs de la DBO₅ analysées à l'entrée de la station varient entre 200 mg/l et 580 mg/l comme valeurs maximales et minimales respectives. La moyenne oscille autour de 330,8 mg/l.

A la sortie de la station les valeurs de la DBO₅ oscillent entre 20 mg/l et 59 mg/l avec une moyenne de 33,26 mg/l. Ces valeurs doivent être inférieures à 30 mg/l considérée comme valeur limite de rejet direct fixée par l'OMS, un faible dépassement dans la valeur moyenne, néanmoins la valeur moyenne reste au-dessous de la norme algérienne qui fixe à 35 mg/l la valeur extrême.

5. Evolution des paramètres de pollution dissoute

5.1 Le phosphore total

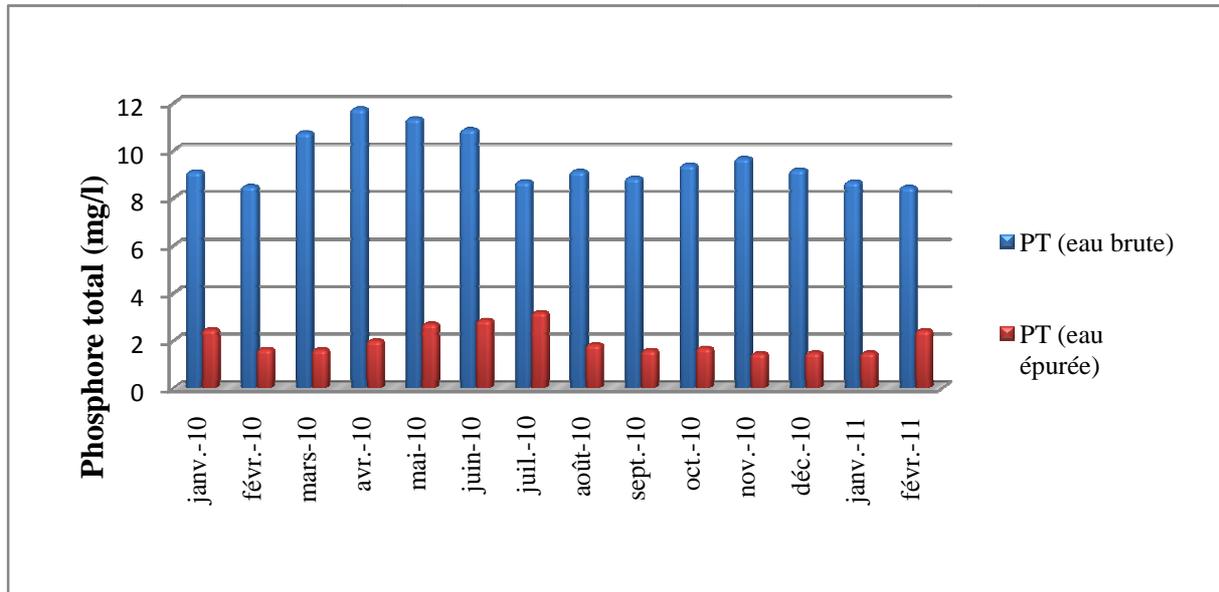


Figure 22 Evolution de la concentration du phosphore total de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la STEP de Baraki, la concentration du phosphore total oscille entre 8,47 mg/l et 11,77 mg/l avec une moyenne de 9,61 mg/l.

Les concentrations en phosphore total à la sortie de la station varient entre 1,47 mg/l et 3,2 mg/l avec une moyenne de 2,04 mg/l. Ces valeurs doivent être inférieures à la norme de rejet fixée par l'OMS à 2mg/l.

Les rendements d'abattement du phosphore total varient entre 17,35% et 27,18% avec une moyenne de 21,22%. Cette faible performance est due à la forte charge à l'entrée de station. Néanmoins ces concentrations restent largement inférieures à la norme algérienne qui est de 10 mg/l.

5.2 Composés azotés

5.2.1 Azote global

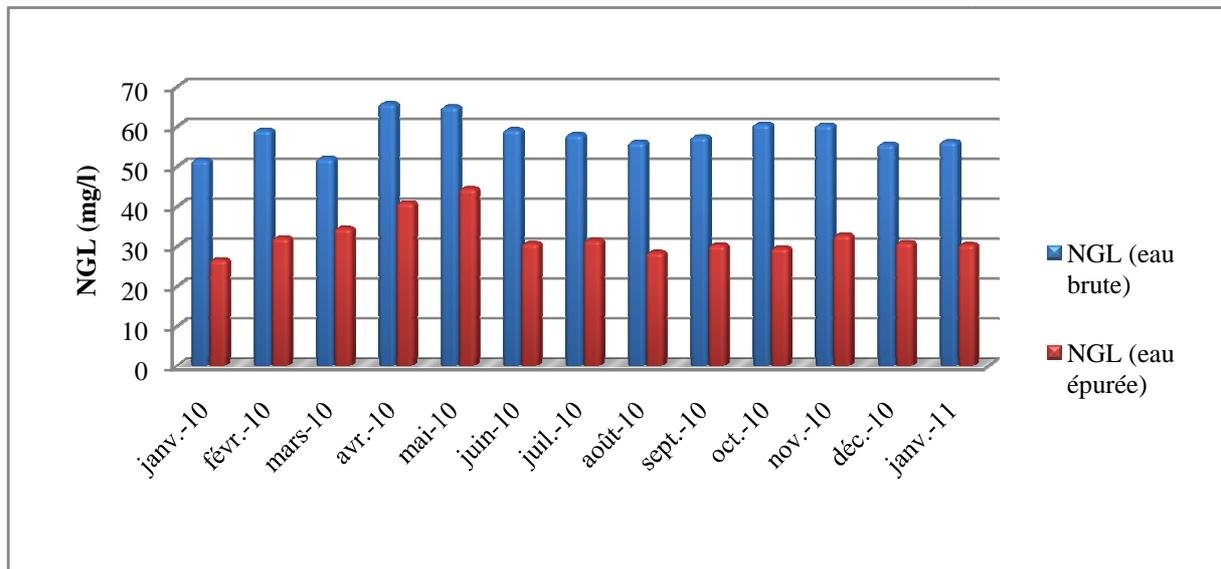


Figure 23 Evolution de la concentration en azote global de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la STEP de Baraki les concentrations en azote global varient entre 51,57 mg/l et 65,7 mg/l avec une moyenne de 58,20 mg/l.

A la sortie de la STEP les concentrations en azote global oscillent entre 26,61 mg/l et 44,45 mg/l avec une moyenne de 32,55 mg/l, ces valeurs dépassent largement la norme fixée par l'OMS et par le journal officiel de la république algérienne qui est de 10 mg/l, cela a pour origine des effluents très chargés à l'entrée de la station avec des rendements épuratoires faibles, en effet le degré d'abattement moyen de l'azote global est de 44,17 %.

5.2.2 Ammonium

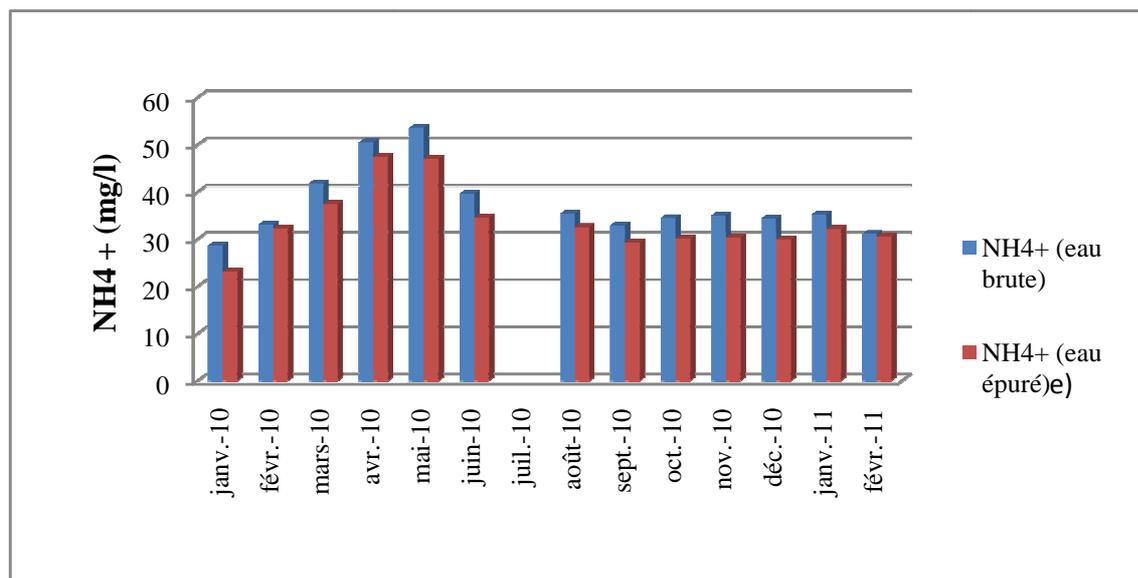


Figure 24 Evolution de l'ammonium de janvier 2010 à mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la station les concentrations d'ammonium varient entre 28,64 mg/l et 53,61 mg/l avec une moyenne de 37,35 mg/l, ces variations sont fonction de la température et du temps de séjour dans le réseau de collecte. (AZOTE)

A la sortie de la STEP, les concentrations d'ammonium sont extrêmement variables, allant de 23,11 mg/l à 47,44 mg/l avec une moyenne de 33,60 mg/l. La valeur moyenne est supérieure à la valeur limite de 5 mg/l fixée par l'OMS.

De janvier 2010 à mars 2011 la concentration d'ammonium à l'entrée est supérieure à celle de la sortie. Cela peut être expliqué par le degré de nitrification au sein de la station.

5.2.3 Nitrate

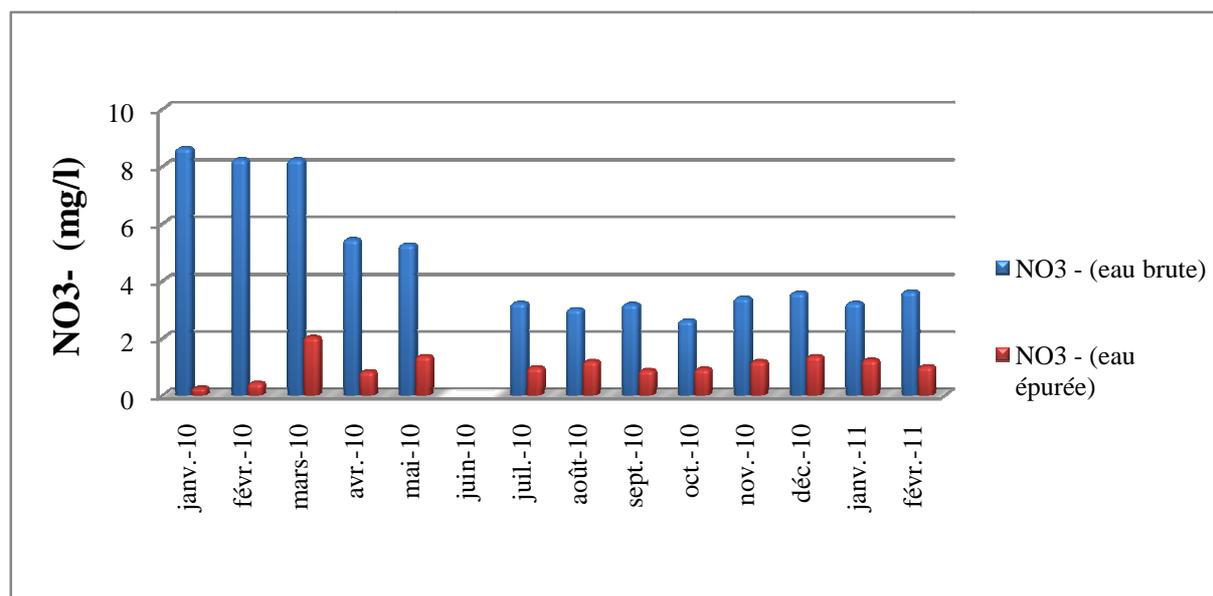


Figure 25 Evolution de la concentration des Nitrates de janvier 2010 à Mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la STEP les concentrations en nitrates varient entre 2,61 mg/l et 8,63 mg/l avec une moyenne de 4,74 mg/l.

Les valeurs en nitrates enregistrées à la sortie de la station présentent des variations considérables allant de 0,26 mg/l à 2,03 mg/l avec une moyenne de 1,06 mg/l.

Ces concentrations ne dépassent pas la valeur de rejet direct fixée par l'OMS qui est de 10 mg/l. (GROMAIRE et al. 2001)

5.2.4 Nitrites

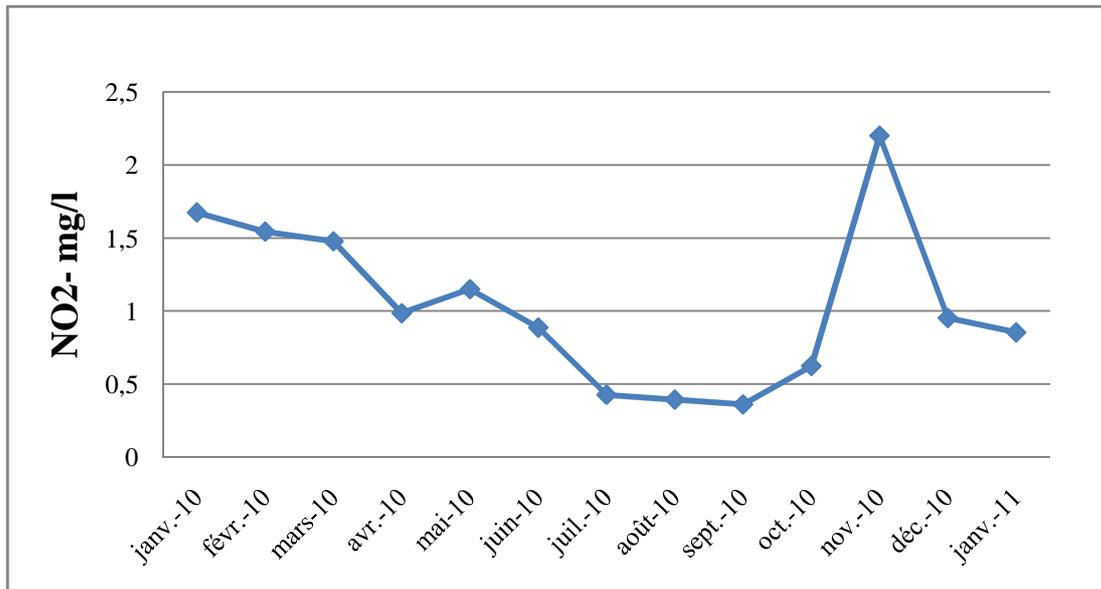


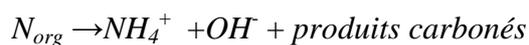
Figure 26 Evolution de la concentration des Nitrites de janvier 2010 à Mars 2011 au niveau de la STEP de Baraki

A l'entrée de la station les concentrations en nitrites varient entre 0,36 mg/l et 2,20 mg/l avec une moyenne de 1,04 mg/l. Ces variations sont fonction du degré de la nitratisation.

A la sortie de la STEP, les concentrations en nitrates varient de 0,065 mg/l à 0,29 mg/l avec une moyenne de 0,159 mg/l.

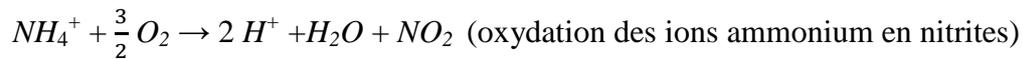
Pendant l'épuration biologique, l'azote organique N_{org} et l'azote ammoniacal NH_4^+ se transforment en nitrites NO_2^- et nitrates NO_3^- puis en azote moléculaire N_2 (gazeux), selon les phases suivantes :

- *Ammonification:*

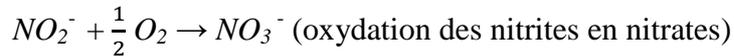


Nitrification-dénitrification: la nitrification s'effectue en deux étapes: la nitritation puis la nitratisation.

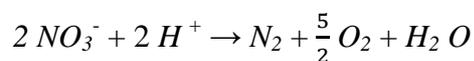
- Nitritation :



- Nitratation :



Vient ensuite la dénitrification conduisant à l'élimination totale de l'azote, qui est une réduction des nitrites et nitrates en azote gazeux qui se dégage dans l'atmosphère, selon la réaction suivante :



Les espèces dénitrifiantes ont la propriété d'utiliser, en cas de carence du milieu en oxygène (anoxie), celui de certains composés chimiques, notamment des nitrates.

Les phases de nitrification et de dénitrification permettent l'élimination de 5% à 70% de l'azote sous la forme gazeuse N₂.

L'analyse des données de janvier 2010 à mars 2011, établit que la concentration en NO₃⁻ et NO₂⁻ à la sortie de la station est inférieure à celle de l'entrée ce qui démontre une anomalie ; étant donné que suite au processus de nitrification et de nitratation, on doit avoir une augmentation dans la concentration de ces effluents.

La baisse de la concentration est expliquée par la dénitrification faite par les bactéries au sein du bassin d'aération, et laissent supposer un problème qui peut être du à une utilisation directe de l'oxygène dissous par les bactéries dénitrifiantes à cause de la sous aération.

(VILLERS Juliette, SQUILBIN Marianne, YOURASSOWSKY Catherine.)

Chapitre VI

Les dysfonctionnements au niveau de la station et les solutions nécessaires à l'optimisation de son fonctionnement

1. Interprétation des ratios

1.2 Indice de biodégradabilité : Rapport DCO/DBO₅

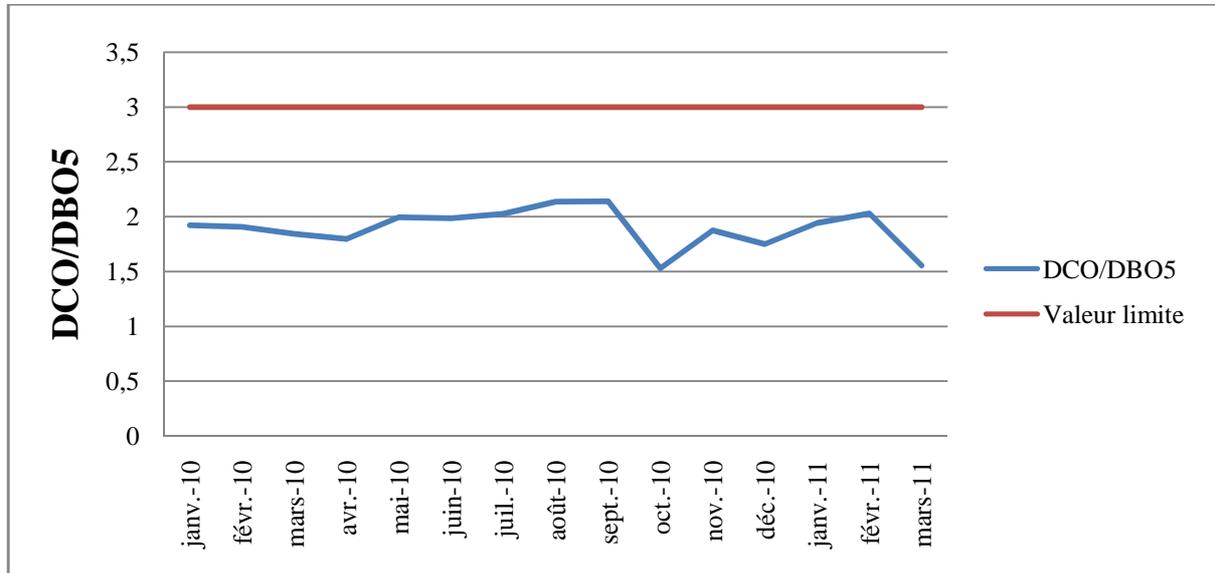


Figure 27 - Evolution du rapport DCO/DBO₅ de janvier 2010 à Mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.

Ce rapport représente la biodégradabilité de l'effluent, dans le cas présent il est compris entre 1,53 et 2,14 avec une moyenne de 1,90 en entrée de la station. Cette valeur moyenne nous permet de déduire que la matière organique de l'effluent est facilement biodégradable. Ce qui implique qu'un traitement biologique serait suffisant et ne nécessite donc pas de poste de traitement physico-chimique. On peut déduire que la pollution industrielle présente est majoritairement de nature agroalimentaire.

Le rapport est plus élevé quand la part de matières oxydables non biodégradables est importante. Les grandes valeurs enregistrées peuvent donc être interprétées par un flux temporaire de rejet industriel riche en métaux lourds et matières minérales difficilement biodégradables révélant une conductivité électrique élevée.

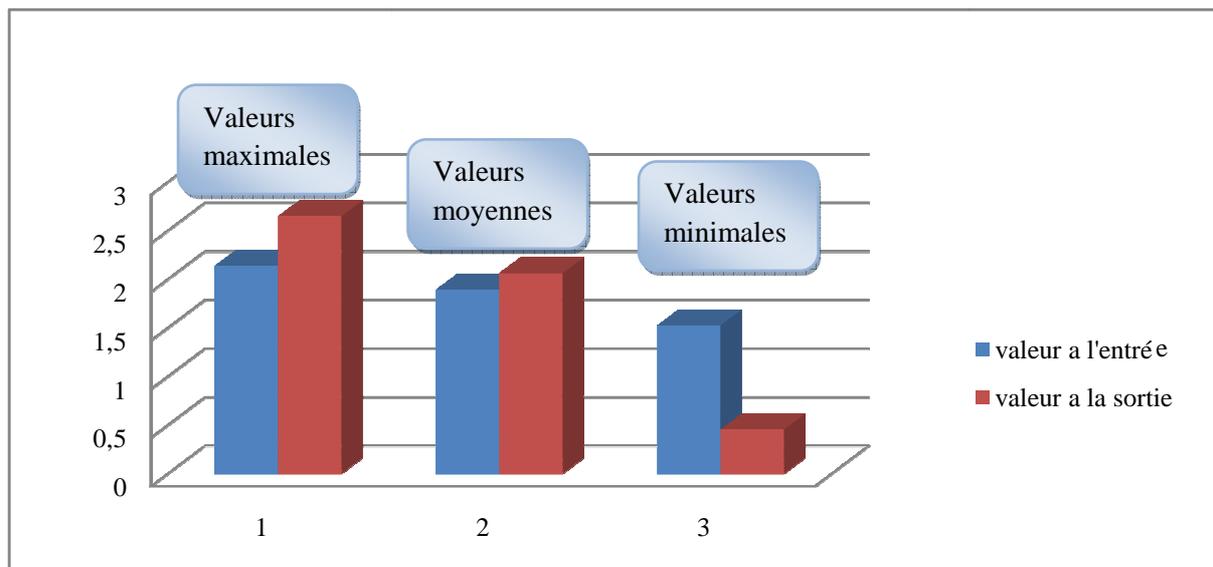


Figure 28 - Comparaison de la biodégradabilité de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la STEP de Baraki.

Les résultats obtenus à la sortie varient entre 0,46 et 2,65 avec une moyenne de 2,06. Ce qui montre la diminution des matières organiques oxydables durant le processus de traitement. Ces observations montrent une modification de la nature de l'effluent avec une diminution de la biodégradabilité de l'effluent, mise en évidence par une augmentation du rapport DCO/DBO5.

Cette variation de la qualité de l'effluent peut être attribuée soit à une variabilité de la qualité des effluents produits, soit à des phénomènes d'échange avec les dépôts présents dans le réseau d'assainissement (érosion-sédimentation).

A l'issue des contrôles effectués, les résultats montrent une diminution de la part de matières organiques oxydables durant le processus de traitement avec un rapport DCO/DBO5 qui augmente tout en demeurant dans les limites de la biodégradation.

Pour conclure, ces résultats démontrent **le caractère biodégradable** des eaux usées à l'entrée de la STEP de Baraki. La valeur moyenne de ce rapport à la sortie de la STEP confirme cette observation. Ainsi que dans 74 % des cas, cette valeur est inférieure à 2 confirmant que **l'effluent est facilement biodégradable.**

1.2 Rapport nutritionnel : Rapport C/N/P

Tableau 12- Evolution du rapport C/N/P.

	C/N/P		
Janvier 2010	100,00	6,24	0,14
Février 2010	100,00	6,96	0,14
Mars 2010	100,00	9,05	0,13
Mars 2011	100,00	8,20	0,14
Moyenne	100,00	8,78	0,13

Le rapport $DBO_5 / N-NH_4^+ / P-PO_4^{3-}$ exprime l'équilibre nutritionnel. Le métabolisme bactérien s'accompagne de besoins azotés sous forme d'azote ammoniacal et de besoins phosphorés sous forme d'ortho phosphates dans des proportions bien précises.

Toute déviation signifie un déséquilibre en nutriments qui constitue un handicap au niveau du traitement biologique.

Dans le cas d'une épuration des eaux usées de type aérobie, le ratio C, N, P doit être de 100/5/1[27]

Pour conclure, on peut dire qu'il ya un déficit en phosphore et un excédant en azote à éliminer.

1.3 Evolution du Rapport MES/DBO₅

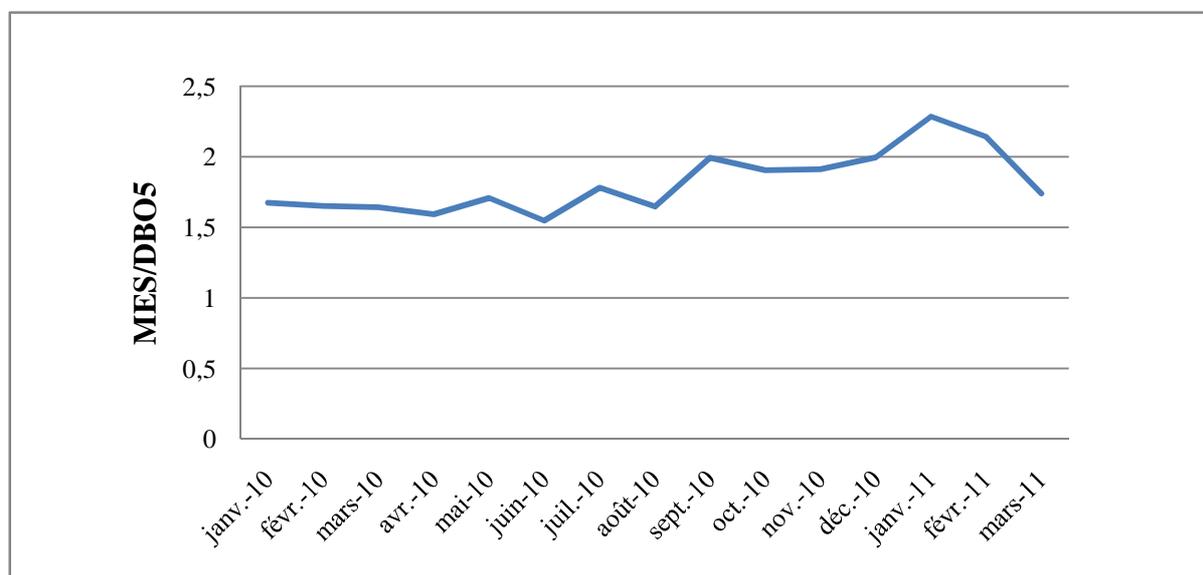


Figure 29 - Evolution du rapport MES/DBO₅ à l'entrée de la STEP de Baraki de janvier 2010 à Mars 2011.

Ce ratio, indique la répartition de la pollution particulaire représentée par la MES et de la pollution dissoute représentée par la(DBO₅), dans le cas présent ces rapports varient entre 1,55 et 2,29 avec une moyenne de 1,82

Nous constatons que la pollution de ces eaux est plutôt particulaire que dissoute, ce qui caractérise un réseau essentiellement unitaire. Un prétraitement suivi d'une décantation visant à éliminer une grande partie de cette pollution particulaire est donc indispensable pour ne pas perturber la chaîne d'épuration et particulièrement le réacteur biologique.

Les variations observées peuvent être expliquées par le phénomène de sédimentation-érosion au sein du réseau ainsi qu'au lessivage du sol. Les valeurs élevées de ce rapport sont généralement dues à l'augmentation du flux des MES rejetés par temps de pluie dans les milieux récepteurs à cause de la remise en suspension des dépôts accumulés dans le collecteur.

Pour conclure ; la STEP de Baraki est caractérisée par **une pollution d'origine particulaire**. Cette pollution augmente pendant les événements pluvieux pouvant perturber l'efficacité du traitement. Mais en dépit de cela, les rendements épuratoires concernant les matières en suspensions sont très élevés. Ce qui traduit un prétraitement assez efficace contre ce genre de problème.

1.4 Evaluation de l'organicité de l'effluent (rapport MVS/MES)

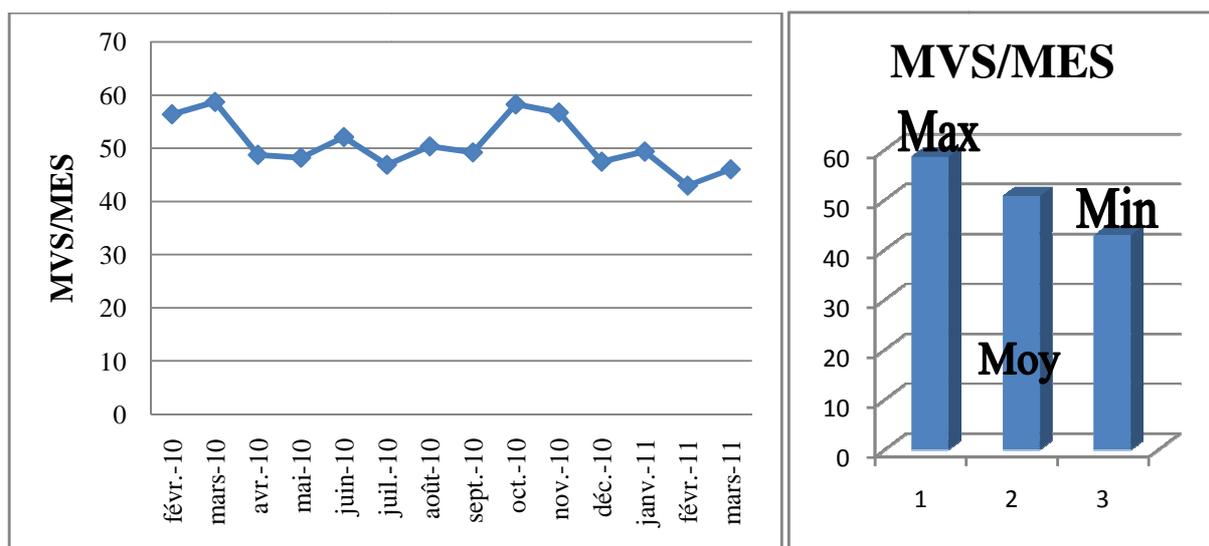


Figure 30 - Evolution du rapport MVS/MES à l'entrée de la STEP de Baraki de janvier 2010 à Mars 2011.

Ce rapport représente la proportion de la matière volatile en suspension par rapport à la matière en suspension et indique l'organicité de l'effluent. Ces ratios varient entre 0,43 et 0,58 avec une moyenne de 0,50. Ce rapport est situé généralement entre 0.65-0.75.

Les valeurs enregistrées indiquent que les particules en suspension dans les eaux usées sont d'origine organique et minérale. Les valeurs basses de ce ratio sont imputables aux rejets industriels d'origine minérale.

Les valeurs enregistrées sont inférieures à 0,65. Ce qui caractérise un réseau unitaire par temps de pluie ou un rejet industriel à caractère minéral.

1.5 Etude du traitement du phosphore : Rapport DCO/P_T

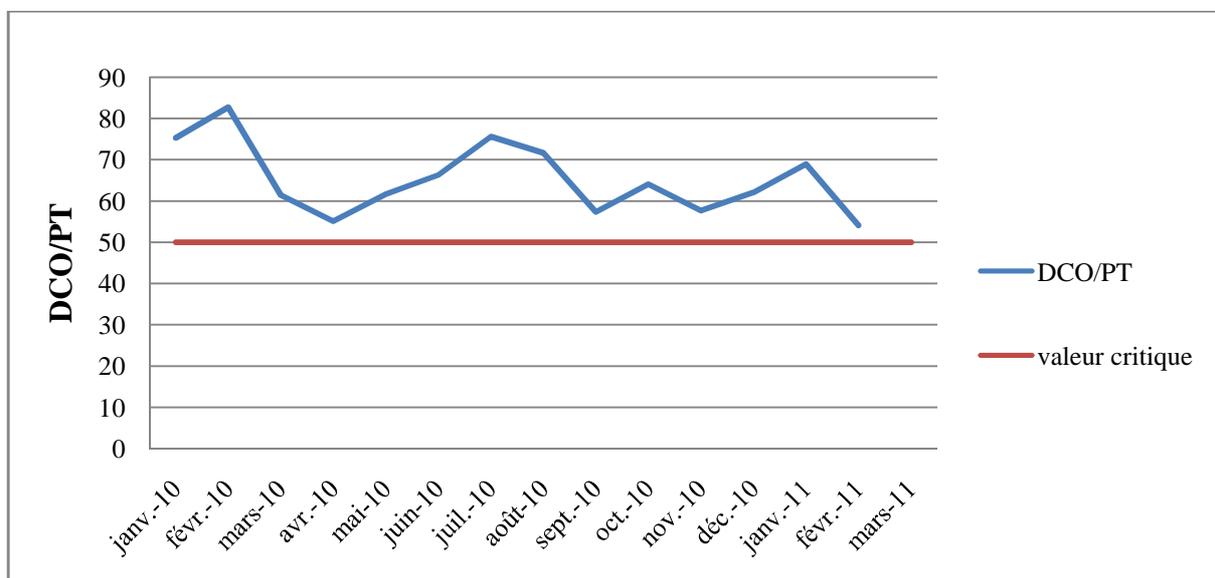


Figure 31 - Evolution du rapport DCO/P_T de janvier 2010 à Mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.

Le rapport DCO/P_T indique la mixité relative de l'effluent ainsi que les possibilités du traitement biologique du phosphore. Ces valeurs varient entre 54,07 et 82,73 avec une moyenne de 65,28. Pour un effluent domestique urbain, la moyenne de cette valeur est d'environ 47.

En effet la composition de l'eau usée influence de manière prépondérante l'efficacité du processus de déphosphatation biologique. Cette influence est pratiquement aussi importante que la présence ou l'absence d'oxygène dans le milieu. L'acétate et le propionate sont les substrats de choix pour une élimination maximale de phosphore.

Enfin, le rapport DCO/Pr très élevé (supérieur à 45) indique **une bonne aptitude au traitement biologique du phosphore**, excluant ainsi l'installation d'un poste de traitement physicochimique au sein de la station.

1.6 Degré d'ammonification (rapport NH_4^+/NTK)

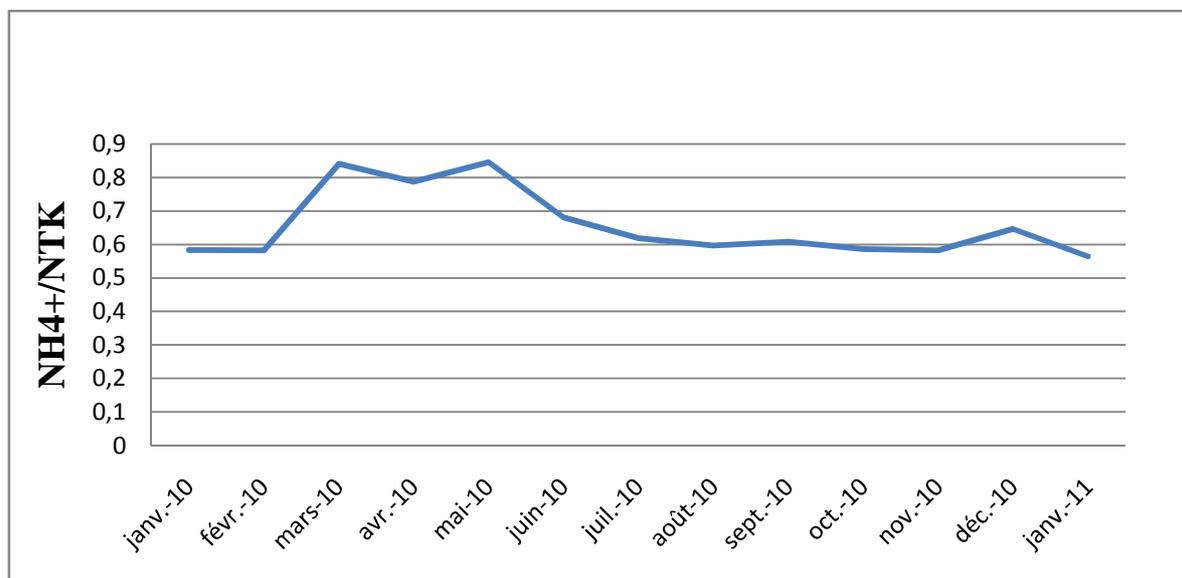


Figure 32 - Evolution du rapport NH_4^+/NTK de janvier 2010 à mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.

Le rapport NH_4^+/NTK est caractéristique de la pollution azotée apportée par l'effluent et indique le degré d'ammonification durant le transfert de l'effluent dans le réseau.

Les résultats obtenus varient entre 0,56 et 0,85 avec une moyenne de 0,66, Pour un effluent urbain classique cette valeur est comprise entre 0,6 et 0,8.

Pendant les mois de mars et de mai, on remarque que ce rapport est très important et plus la valeur de ce ratio est élevée, plus l'azote organique est transformé en azote ammoniacal soluble (ammonification importante). Une grande partie de la pollution azotée se trouve donc sous forme d'ions ammonium NH_4^+ .

Ce taux d'ammonification est directement lié au temps de séjour qui devient plus élevé lorsque les événements pluvieux sont moins importants. De ce fait la majorité de la pollution azotée passe sous forme d'ion ammonium.

La valeur minimale de ce rapport atteinte pendant le mois de novembre 2010 coïncide avec le débit maximal reçu par la STEP qui est de $72254,4 \text{ m}^3/\text{j}$ suite à des événements pluvieux importants qui conduisent à un temps de séjour très court de l'effluent dans le réseau, ralentissent la vitesse de la réaction d'ammonification. De ce fait la quasi-totalité de la pollution azotée se trouve en entrée de STEP sous forme organique ou ammoniacale.

1.7 Efficacité de la nitrification (rapport DCO/NTK)

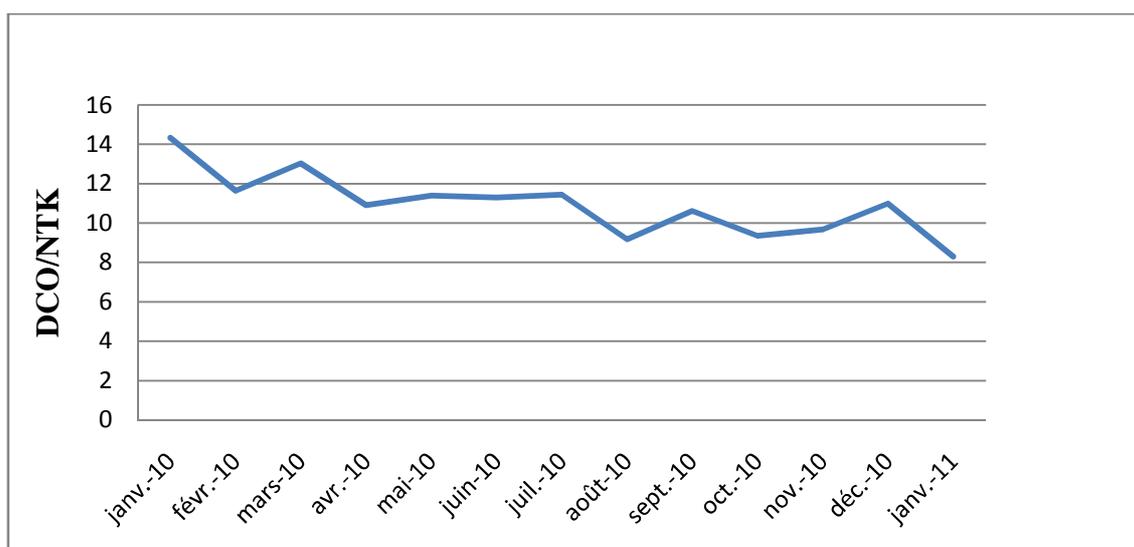


Figure 33 - Evolution du rapport DCO/NTK de janvier 2010 à mars 2011 à l'entrée de la STEP de Baraki.

Les valeurs obtenues du ratio DCO/NTK sont comprises entre 8,31 et 14,34 avec une moyenne de 10,94. Rappelons que pour un effluent urbain la valeur du ratio DCO/NTK est d'environ 4 à 5.

En effet ces valeurs sont dues à de grandes variations en charges polluantes à l'entrée de la STEP causées par des événements pluvieux importants d'une part et par la variation notable de la concentration en azote Kjeldahl à l'entrée de la STEP d'autre part.

Ces valeurs élevées perturbent la réaction de nitrification et donc influencent le taux d'abattement de l'azote. En effet Thiem, (1988) et Hanaki (1996) rapportent que de fortes charges organiques impliquent un % de nitrification plus faible. Ainsi, les bactéries hétérotrophes peuvent entrer en compétition pour l'azote qu'elles consomment pour leurs besoins anaboliques et limitent le processus de nitrification en réduisant la quantité d'ammoniaque et d'oxygène disponible pour la nitrification et en limitant localement l'accès à l'ammoniaque pour les bactéries nitrifiantes.

2. Les différents problèmes et anomalies notés pendant la période étudiée

2.1 L'absence du traitement primaire

Ce procédé permet d'éliminer, d'une part 50% à 60% des matières en suspension et d'autre part, de réduire leurs caractéristiques dimensionnelles (élimination des matières présentant une taille supérieure à 50 μ m) à une influence sur le traitement.

Suite au séisme qui a touché Alger en 2003, des problèmes de génie civil sont rencontrés au sein des décanteurs primaires, des travaux de réhabilitation sont en cours afin de remédier à ce problème.

2.2 Fluctuation et une instabilité de débit

Elles sont due à plusieurs phénomènes parmi lesquels ont trouve :

- le changement de mode de fonctionnement de la station de relevage SRG2 pour les travaux d'entretien et de nettoyage (juin 2010).
- L'arrêt accidentel de la recirculation des boues qui a causé le by passe de la station pour permettre l'acquisition puis le montage d'un nouveau réducteur à la place de l'un des deux réducteurs.
- coupures électriques comme celle noté en août 2010, elles perturbent le régime normal de fonctionnement des organes non sécurisé électriquement (bassins biologique, déshydratation).
- quelques valeurs importantes du rapport (DCO/DBO₅) qui s'approchent de 3 ont été relevées sur des échantillons instantanés, indiquant une faible biodégradabilité de l'eau brute. Cela à amené à by-passer les débits après le prétraitement à plusieurs reprises (mai 2010).
- Problèmes technique et pannes dans les ouvrages.

2.3 Un déficit en phosphore et un excès en azote

Le ratio C/N/P confirme cette observation. On constate un déséquilibre nutritionnel par rapport au ratio théorique.

2.4 Problème d'aération

Les concentrations en NO₃⁻ et NO₂⁻ à la sortie sont inférieures à celle d'entrée. Ceci peut être expliqué par une dénitrification importante. Les espèces dénitrifiantes ont la propriété d'utiliser, en cas de carence du milieu en oxygène (anoxie), l'oxygène de certains composés chimiques, notamment des nitrates ce qui conduit à une réduction des nitrites et nitrates en azote gazeux qui se dégage dans l'atmosphère.

Ces problèmes d'aération peuvent être dus à plusieurs phénomènes comme :

- Les dépôts de boues au fond du bassin qui risqueraient d'entrer en anaérobiose
- Problème de coupure de courant électrique
- L'insuffisance du temps d'aération

2.5 Des eaux non conventionnelles et contenant des substances d'origine douteuses

La qualité des eaux est non conventionnelle car elles contiennent des rejets industriels (flottants de couleur rougeâtre, huile de vidange, ordures ménagères, sacs poubelle, déchets solides d'origines diverses ...) et aussi du sable. Ce qui cause :

- Le by passage d'une grande quantité des débits entrants afin de faire le curage;
- le bouchage des conduites d'aspiration des pompes à sable du fait de l'engorgement des fosses à sable;
- le colmatage intempestif des grilles en diminuant la surface de passage;



Figure 34 - Hydro-curage du canal amont dégrillage



Figure 35 - Dépôts de sable au fond du bassin



Figure 36- Mousse à l'entrée et a la sortie



Figure 37 - Mélange de filasse et papier (eau brute)



Figure 38- *Matériaux solides flottants au niveau des clarificateurs*

2.6 plusieurs problèmes techniques

Parmi les problèmes notés dans cette période on a :

- l'alimentation des clarificateurs a été arrêtée en raison du colmatage du canal de sortie des aérateurs qui a entraîné l'impossibilité de manipuler les vannes de sectionnement. Cet arrêt a permis de visiter et de réparer les mécanismes de fermeture des vannes (du 14/02/2011 jusqu'au 19/02/2011).
- le bouchage des conduites d'aspiration des pompes à sable ;
- le colmatage intempestif des grilles ;
- l'arrêt des réducteurs de vitesse au niveau des post de relevage.

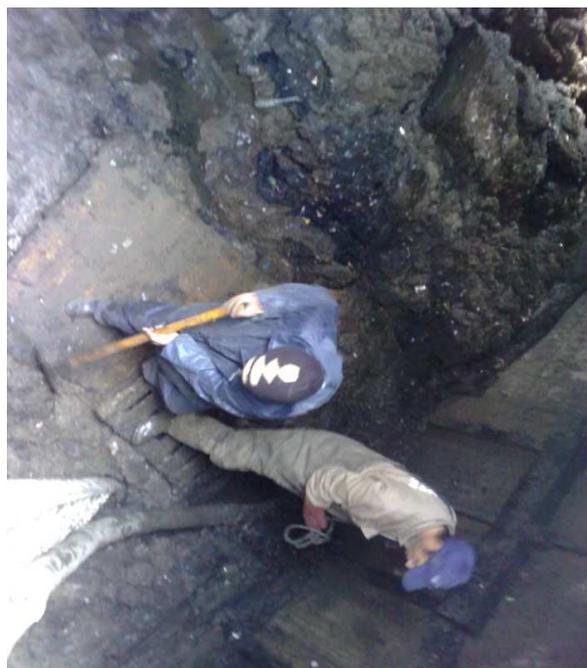


Figure 39 - Réparation des mécanismes de fermeture des vannes.

3. Propositions en vue de l'optimisation de la STEP

Afin d'améliorer le fonctionnement de la station d'épuration de Baraki nous proposons les démarches suivantes :

- En premier lieu il faudra penser à la réhabilitation du décanteur pour effectuer le traitement primaire, afin de diminuer la concentration des MES dans le bassin d'aération qui est l'une des causes principales de la sous-aération.

- La station a besoin d'une filière de dénitrification afin de limiter le phénomène d'eutrophisation du milieu récepteur.

- Nous recommandons une mesure quotidienne des paramètres de la pollution dissoute et des concentrations des métaux lourds dans les eaux usées à l'entrée de la STEP afin d'examiner l'état du traitement.

- Remédier à la sous aération par :

- Une analyse de l'évolution du besoin en oxygène en fonction de la DBO entrante pendant une période déterminée aboutissant sur un choix du nombre de cycles d'aérations journaliers adéquat.

- Utiliser des techniques de brassage efficaces.

- Il faut penser à installer un groupe électrogène pour parer aux coupures d'électricités.

- juguler puis éliminer en amont les déchets prohibés qui contaminent l'eau entrant à la station

Afin de remédier à cette situation nous proposons:

- D'identifier les sources d'émission des substances d'origine douteuses et toxiques.

- Demander en premier lieu de stopper tous déversements sauvages de bains métallurgiques dans le réseau d'assainissement. Ces rejets irréguliers ne doivent pas être évacués dans le réseau d'assainissement, mais devraient être évacués séparément en dehors des réseaux d'égouts et traités adéquatement afin de préserver l'environnement.

- Imposer au plus importants déverseurs de rejets industriels toxiques de réaliser une station de prétraitement physico-chimique (par exemple avec des bassins tampons ou d'homogénéisation) en amont de la station d'épuration de Baraki avant le rejet dans le réseau municipal.

Conclusion générale

Dans le cadre de notre étude nous nous sommes basés sur le fonctionnement de la station d'épuration de Baraki, en commençant par l'examen des indices de performance de la STEP en vue de l'interprétation des paramètres de pollution. Le but de cette démarche est d'aboutir sur une amélioration des performances épuratoires de la station d'épuration.

Les conclusions sont les suivantes :

✓ les valeurs des paramètres physico-chimiques ne constituent pas un handicap pour le traitement biologique. Dans la plupart du temps elles respectent les normes de rejets dans le milieu récepteur. Néanmoins avec des valeurs de conductivité en sortie dépassant les 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ces eaux ne peuvent être utilisées en irrigation qu'avec certaines restrictions.

✓ les rendements épuratoires restent moyennement satisfaisants et répondent aux objectifs de la STEP en termes de rejets. Mais certaines anomalies concernant particulièrement l'élimination de la pollution azotée posent souvent des problèmes.

Une action urgente doit être entreprise au niveau de la station afin d'éliminer ce dysfonctionnement.

Après cela notre étude a porté sur les indicateurs de performances suivants que nous avons choisis en fonction des données disponibles.

- ♣ DCO/DBO₅ : l'effluent est dans la plus part des cas facilement biodégradable, ce qui le rend apte au traitement biologique.
- ♣ DCO/P_T : une bonne aptitude au traitement biologique du phosphore.
- ♣ C/N/P : un excès nutritionnel en azote et un déficit en phosphore.
- ♣ NH₄⁺/NTK : l'ammonification de l'azote dans le réseau et donc la disponibilité en substrat nécessaire à la nitrification qui est fonction du temps de séjour dans le réseau.
- ♣ MES/DBO₅ : la pollution est d'origine particulière. Cette pollution augmente pendant les événements pluvieux et pourrait compliquer la situation. Surtout en l'absence de décantation primaire.
- ♣ MVS/MES : révèle une pollution minérale importante qui augmente durant les événements pluvieux.

- ♣ DCO/NTK : les valeurs élevées de ce ratio indiquent qu'il y'aurait perturbation sur la réaction de nitrification et cela influencerait le taux d'abattement de l'azote.

Ces dysfonctionnements ont engendré les conséquences suivantes :

- Le by passe d'une grande quantité des débits entrants.
- Des rejets en composés azotés non conformes aux normes.
- Colmatage des canaux de sortie des aérateurs (du 14/02/2011 jusqu'au 19/02/2011).
- Le bouchage des conduites d'aspiration des pompes à sable du fait de l'engorgement des fosses à sable.
- Le colmatage intempestif des grilles en diminuant la surface de passage.

La détection des dysfonctionnements, nous a amené à chercher les causes principales :

- ♣ Présence des substances d'origines douteuses et des rejets industriels (flottants de couleur rougeâtre, huile de vidange, ordures ménagères, sacs poubelle, déchets solides d'origines diverses ...) et aussi des sable.
- ♣ La sous aération et les charges organiques fortes : causes principales de la réaction de dénitrification.
- ♣ Les pannes des centrifugeuses et les coupures d'électricité et le colmatage des grilles et des canaux perturbent les postes de relevage ainsi que le poste de déshydratation d'où une mauvaise extraction de boues biologiques.

Nous avons ainsi proposé certaines approches d'optimisation :

- La réhabilitation du décanteur primaire
- Régler le problème de la sous-aération
- La station a besoin d'une filière de dénitrification afin de limiter le phénomène d'eutrophisation du milieu récepteur ;
- Nous recommandons une mesure quotidienne des paramètres de la pollution dissoute et des concentrations des métaux lourds dans les eaux usées à l'entrée de la STEP afin de prévenir l'apport d'éventuels toxiques.
- Juguler puis éliminer en amont les déchets prohibés qui contaminent l'eau entrant à la station.

A travers cette étude nous avons constaté plusieurs dysfonctionnements. Des interventions pour remédier à ces anomalies sont indispensables pour remettre à niveau le fonctionnement de la STEP de Baraki.

Ces indicateurs de performance serviront d'outil de suivi, ils permettront de piloter l'exploitation de la station de Baraki, mais peuvent être également mises en place sur d'autres stations d'épuration pour une meilleure maîtrise du service d'assainissement.

Références bibliographiques

- [1] Ramade F. (2000)., Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.
- [2] Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. (2004)., Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p
- [3] Vaillant J.R. (1974)., Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- [4] Edline F. (1979)., L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- [5] Desjardins R. (1997)., Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 303p.
- [6] L'eau, sa pollution, et son traitement, René Moletta « Moletta Méthanisation»
- [7] Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement Auteur(s) de la fiche de VILLERS Juliette, SQUILBIN Marianne, YOURASSOWSKY Catherine
- [8] Guide pour l'établissement des Plans d'Assurance de la Qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés « DESHAYES Matthieu »
- [9] Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration
Origines et solutions (Méthode AFNOR)
- [10] ONEP. Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc. ONEP et GTZ. Rabat (1998)
- [11] Christophe DUC Mémoire de fin d'études, Mastère spécialisé en Eau potable et Assainissement, Ecole National du Génie de l'Eau et de L'Environnement de Strasbourg, 1, quai Koch, 67000 Strasbourg, Septembre 2009
- [12] J.O.R.A. Journal officiel de la République Algérienne. Normes de rejets dans le milieu récepteur, 46, (1996), 7-12.

[13] Ministère de l'environnement du Maroc. « Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc », N°5062 du 30 Ramadan 1423. Rabat, 2002.

[14] OMS | Organisation mondiale de la Santé

[15] GROMAIRE et al. 2001. Impact des rejets urbains de temps de pluie (RUTP) sur les milieux aquatiques. Revue des Sciences de l'eau / Journal of Water Science. Volume 20, numéro 2, 2007, p 229 – 239. ISSN: 1718 - 8598 (numérique).

[16] FAO: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

[17] kafi- Benyahia M., Gasperi J., Gromaire M.- C., Moilleron R., Chebbo G. Contribution de différentes sources aux flux de polluants véhiculés par temps de pluie dans le réseau parisien. TSM, N° 11 , 2006, p 107-121.

[18] EPNAC, Groupe de travail sur l'Evaluation des Procédés Nouveaux d'Assainissement des petites et moyennes Collectivités.

[19] Rodier J. (1984)., Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed. Dunod Bordas.Paris, 7eme ed, 1365p.

[20] Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005)., L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris.8eme edition, 1383p.

[21] FAO. (2003)., L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and, Drainage paper, 65p.

[22] USEPA : United State Environmental Protection Agency

[23] Masséna P. A. (2001)., Valorisation des eaux usées en irrigation localisée. Office international de l'eau, 14 pages.

[24] Benabdeli K. (2005)., 50 connaissances pour préserver l'environnement. Organisation de recherche sur les Milieux et l'Environnement, 51p.

[25] : J.LESAVRE : Epuration des eaux résiduaires urbaines : nature et paramètres de pollution.

[26] : GHADBANE Nadir : Les eaux usées urbaines : Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magister : Université Mohamed Boudiaf Faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur : Département de Gestion et Techniques Urbaines.

- [27] : Michael Winkler : Rapport d'application : Analyse de l'laboratoire et analyse en continu, traitement des eaux usées : éléments nutritifs.
- [28] : Jean Pierre Canler : Dysfonctionnement biologiques des stations d'épuration : origines et solutions, Paris 2004.
- [29] : René Moletta : L'eau, sa pollution, et son traitement.
- [30] : Abdelkader GAID : Traitement des eaux usées urbaines, Technique de l'ingénieur. Mise à jour du texte de J. SIBONY et B. BIGOT paru en 1993.
- [31] : DESHAYES Matthieu :Mémoire de Projet de Fin d'Etudes Guide pour l'établissement des Plans d'Assurance de la Qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés : Année universitaire 2007/2008 .INSA Strasbourg.
- [32] : Science Lib Editions Mersenne : Volume 3 , N ° 110703 ISSN 2111-4706.
- [33] :J. Rodier. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8 ème éd. Denod, Paris, 1, (1996), 1383.
- [34]: DAUBER L. NOVAKB. ,Quellen und Mengen der Schmutzstoffe in RegenabflusseneinerStädtischenMischkanalisation, ETH Zurichion eth, Separatum N° 927, 1983.
- [35] Géraldine Dauvergne : Mise en place d'indicateurs de suivi et d'optimisation de stations d'épuration : Application à trois installations de type boues activées de plus de 8500 équivalents habitant, Septembre 2007.
- [36] Gaëlle et Deronzier, Jean-Marc Choubert : Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées.
- [37] Claire Delamare -Delphine Faugerox-Emmanuelle Goussot-Min Zhou : Adaptation de la station d'épuration d'Envermeu au traitement du phosphore ,Mars 2010.
- [38] Gaëlle Deronzier, Sylvie Schétrite, Yvan Racault, Jean-Pierre Canler, Alain Liénard, Alain Héduit, PhlippeDuchène : Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités : FNDAE n° 25 : Document technique.
- [39] : L'élimination de la pollution azotée des eaux résiduaires urbaines, Memotec n° 24 révision à date : 01/01/2006

Liste des annexes

Annexe I : Bilans mensuels des analyses : File eau.

Annexe II : Ratios file eau.

Annexe III : Normes algériennes de rejet (source J.OR.A.1996)

Annexe IV : Evolution des principaux indicateurs du secteur de l'eau entre 1999 et 2011.

Annexe V : STEP en travaux pour la période 2011-2012. [ONA]

Annexe I

I. Charge hydraulique

	Débit (m ³ /j)	Débit /capacité nominale (%)
janv-10	53863,23	35,90
févr-10	69395,00	46,26
mars-10	59877,10	39,92
avr-10	56698,73	37,80
mai-10	51954,94	34,64
juin-10	66203,67	44,13
juil-10	69770,00	46,51
août-10	64891,61	43,26
sept-10	50641,33	33,76
oct-10	45744,61	30,49
nov-10	72254,40	48,17
déc-10	64411,55	42,94
janv-11	66045,23	44,03
févr-11	53792,79	35,86
mars-11	46212,67	30,80

II. Paramètres physico-chimique

	Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée
janv-10	19,80	20,20	7,67	7,47	1650	1404
févr-10	19,12	19,30	7,83	7,49	1738	1470
mars-10	18,74	18,80	7,94	7,50	1698	1478
avr-10	19,92	20,10	7,92	7,47	1695	1457
mai-10	20,30	20,70	8,06	7,65	1787	1447
juin-10	20,20	22,40	8,08	7,67	1750	1488
juil-10	23,30	22,60	8,02	7,69	1755	1440
août-10	23,80	23,90	7,95	7,49	1751	1457
sept-10	23,50	23,40	8,04	7,55	1748	1446
oct-10	22,10	21,60	7,96	7,50	1704	1451
nov-10	21,40	21,30	7,91	7,48	1700	1460
déc-10	19,10	19,40	8,06	7,53	1769	1509
janv-11	19,30	19,30	8,09	7,66	1772	1559
févr-11	19,00	19,20	7,84	7,53	1766	1494
mars-11	19,00	19,20	7,84	7,53	1766	1494

III. Paramètres de la pollution particulaire

1. Concentrations

	DBO ₅ (mg/l)		DCO (mg/l)		MES (mg/l)	
	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée
janv-10	357	31	686	63	598	20
févr-10	369	30	704	59	610	17
mars-10	359	25	661	66	590	17
avr-10	361	30	648	68	576	21
mai-10	351	36	700	85	600	24
juin-10	364	40	723	106	564	24
juil-10	331	36	671	94	590	23
août-10	308	40	658	98	508	25
sept-10	306	31	655	72	610	19
oct-10	332	59	507	27	633	18
nov-10	321	26	602	50	614	15
déc-10	319	20	558	39	637	12
janv-11	294	29	571	49	672	16
févr-11	295	33	599	60	632	17
mars-11	295	33	458	60	514	17

2. Charges

	DBO ₅ (kg/j)		DCO (kg/j)		MES (kg/j)	
	Eau brute	Eau brute	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée
janv-10	24924	24924	47785	3242	41301	1037
févr-10	25820	25820	48827	4125	42236	1174
mars-10	21837	21837	39817	4079	35366	1049
avr-10	20493	20493	36956	3867	33003	1202
mai-10	18369	18369	36613	4396	31357	1225
juin-10	24102	24102	47771	6755	36888	1553
juil-10	18625	18625	37 610	5377	33622	1354
août-10	19878	19878	42217	6 407	39121	1569
sept-10	15233	15233	31687	3676	29797	1001
oct-10	15233	15233	22241	3820	27097	1142
nov-10	23130	23130	43033	35 78	43967	1032
déc-10	20630	20630	36457	2561	40496	791
janv-11	19229	19229	37414	3193	44063	1047
févr-11	20090	20090	41771	40 30	44535	1194
mars-11	11158	11158	20967	3022	24243	741

Paramètres de la pollution dissoute

	Pt (mg/L)		NGL (mg/L)		NTK (mg/L)	
	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée
janv-10	9,11	2,48				
févr-10	8,51	1,65	51,57	26,61	49,11	26,52
mars-10	10,76	1,63	59,06	32,09	56,73	31,96
avr-10	11,77	2,01	52,01	34,51	49,70	33,97
mai-10	11,35	2,72	65,70	40,90	64,17	40,66
juin-10	10,90	2,87	64,94	44,45	63,40	44,07
août-10	8,70	3,20	59,20	30,70	58,20	30,44
sept-10	9,14	1,84	57,98	31,48	57,17	31,18
oct-10	8,85	1,60	56,04	28,46	55,20	28,24
nov-10	9,40	1,70	57,40	30,30	56,70	30,06
déc-10	9,68	1,47	60,57	29,58	59,61	29,27
janv-11	9,20	1,50	60,40	32,80	58,92	32,43
févr-11	8,69	1,50	55,52	30,91	54,50	30,54
mars-11	8,47	2,44	56,22	30,45	55,14	30,16

	N-NH ₄ ⁺ (mg/l)		N-NO ₃ ⁻ (mg/l)		N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	
	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée	Eau brute	Eau épurée
févr-10	22,28	17,98	1,95	0,06	0,51	0,03
mars-10	25,7	25,1	1,86	0,1	0,47	0,03
avr-10	32,5	29,1	1,86	0,46	0,45	0,08
mai-10	39,3	36,9	1,23	0,19	0,3	0,05
juin-10	41,7	36,6	1,19	0,31	0,35	0,07
août-10	30,8	26,9	0,73	0,22	0,27	0,04
sept-10	27,5	25,3	0,68	0,27	0,13	0,03
oct-10	25,6	22,8	0,72	0,2	0,12	0,02
nov-10	26,8	23,4	0,59	0,21	0,11	0,03
déc-10	27,2	23,6	0,77	0,27	0,19	0,04
janv-11	26,7	23,3	0,81	0,31	0,67	0,06
févr-11	27,4	25	0,73	0,28	0,29	0,09
mars-11	24,2	23,8	0,82	0,23	0,26	0,06

Annexe II

	DCO/ DBO ₅	C/N/P	DBO ₅ / MES	MVS/ MES	DCO/P T	NH ₄ ⁺ / NTK
janv-10	1,92	100/6,24/0,14	0,59	56,39	75,30	
févr-10	1,90	100/6,96/0,14	0,60	58,71	82,72	0,58
mars-10	1,84	100/9,05/0,13	0,60	48,77	61,43	0,58
avr-10	1,79		0,62	48,24	55,05	0,84
mai-10	1,99		0,58	52,11	61,67	0,78
juin-10	1,98		0,64	46,89	66,33	0,84
juil-10	2,02		0,56	50,36		
août-10	2,13		0,60	49,24	75,63	0,68
sept-10	2,14		0,50	58,26	71,66	0,61
oct-10	1,52		0,52	56,74	57,28	0,59
nov-10	1,87		0,52	47,50	64,04	0,60
déc-10	1,75		0,50	56,39	57,64	0,58
janv-11	1,94		0,43	49,40	62,06	0,58
févr-11	2,03		0,46	43,01	68,93	0,64
mars-11	1,55	100/8,20/0,13	0,57	46,06	54,07	0,56

Annexe III

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

Annexe IV

Année	1999	2011
Indicateur		
Nombre de barrages	47	68
Capacité de mobilisation des eaux superficielles	4,2 Mds de m ³	7,4 Mds de m ³
Volume d'eau potable produit	1,26 Md de m ³ /an	2,9 Mds de m ³ /an
Taux de raccordement aux réseaux d'assainissement et d'eau potable	78 %	94 %

Fréquence de distribution d'eau sur les 1541 chefs-lieux de communes du pays :		
Quotidien		
1 jour sur 2	45%	73%
1 jour sur 3 et plus	30%	17%
	25%	10%
Volume d'eaux usées rejetées	600 M de m ³ /an	750 M de m ³ /an
Nombre de station d'épuration	28 (dont 12 opérationnelles)	61
Nombre de lagunes	0	67
Capacité nationale de traitement des eaux usées	90 M de m ³ /an	750 M de m ³ / an

Annexe V

Réalisation de 34 stations d'épurations avec une capacité totale de 4000000 EH.

Comme indiquée dans le tableau suivant :

Stations	Capacités nominales	Stations	Capacités Nominales
Aflou	92000 EH (10365 m ³ /j)	Boufarik	375 000 EH (60 00 m ³ /j)
Biskra	330000 EH(55000 m ³ /j)	Sidi-Aich	65 000 EH (10400 m ³ /j)
Djanet	16000 EH (2500 m ³ /j)	Mohammadia	95 000 EH (14 000 m ³ /j)
Ouacif	11000 EH (1320 m ³ /j)	Mostaganem	350 000 EH (56 000 m ³ /j)
Ain El Hammam	15500 EH (1860 m ³ /j)	AinM'lila	117 000 EH (16820 m ³ /j)
Ouadhia	215000 EH (2580 m ³ /j) Boues activées	Fedjioua-Ain beida	80 000 EH (9600 m ³ /j)
Mechtras	25000 EH (4453 m ³ /j)	Zeghaia-Oued-endja	38 000 EH (4500 m ³ /j)

Stations	Capacités nominales	Stations	Capacités Nominales
Boughardaine	7500 EH (900 m ³ /j)	Rouached	19 000 EH (2250 m ³ /j)
Ali Mendjeli	200000 EH Boues activées	Timimoun	42113 EH (13 476 m ³ /j)
Adrar	155000 EH	Ténès	62 000 EH (8 500 m ³ /j)
Bechar	300 000 EH	Tebessa	300 000 EH (48 000 m ³ /j)
Boudouaou	150 000 EH	Marset Ben M'Hidi	80 000 EH
Ouargla	–	Irdjen 1	15 000 EH (1800 m ³ /j)
Akbou	100 000 EH (16000 m ³ /j)	Irdjen 2	11 200 EH (1344 m ³ /j)
Barika	200 000 EH (26000 m ³ /j)	Beni Mered	383 000 EH (52000 m ³ /j)
Bou Ismail	230 000 EH (32000 m ³ /j)	Arris	63 000 EH (9400 m ³ /j)
Oum EL Bouaghi	145 000 EH (20 000 m ³ /j) Boues activées faible charge	Collecteurs acheminant les eaux usées vers la STEP de Sidi Merouane en projet.	