

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



THESE

Présentée pour l'obtention du grade de DOCTORAT 3^{ème} Cycle LMD

En : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique

Par : Rekrak Anwar Zakarya

Sujet

**Performances Epuratoires D'un Échantillon De Stations De
Traitement Des Eaux Usées Situées En Oranie**

Soutenue publiquement, le 07/07/2020, devant le jury composé de :

Mme. Abdelbaki Cherifa	MCA	Abou-Univ	BakreBelkaide Tlemcen -	Présidente
Fallah Abdelghani M. Chiboub	Professeur	Abou-Univ	BakreBelkaide Tlemcen -	Directeur de thèse
M. Florent Chazarenc	Professeur	Irstea. UR Reversaal		Directeur de thèse-Co
Mohamed Benyahia .M	Professeur	Univ. Sidi Bel Abbès		Examineur 1
Maamar M. Boumedien	MCA	Abou-Univ	BakreBelkaide Tlemcen -	Examineur 2

DÉDICACES

Ce modeste travail est le rêve d'une famille.

Je dédie ce travail à :

- Mes chers parents que je les aime énormément.
- Mes frères Diaa, Housseem, Amine, mes chers sœurs Nour el Houda, Sondouss et ma très chers Rimel à qui je souhaite tout le bonheur et la réussite.
- Mes très chers amis Djaoud et son petit-fils Chichimo, Oussama, Hamza, Sami, Chakib, Hichem, Fethhela, Yassin. Sans oublier mes adorables Aissa et Bilal que j'aime beaucoup.
- A Nadia Badr et Rafika qui m'ont beaucoup aidé lors de l'étape de la publication, un très grand remerciement.
- A tous mes oncles, mes tantes et mes cousins.
- Au mon directeur monsieur Chiboub Fellah Abdelghani que je remercie beaucoup pour l'aide précieuse et le soutien offert, sans oublier mes enseignants et leurs courages.
- A tous mes collègues de l'université. Et a tous mes amis.

REKRAK ANWÁR ZAKARYÁ

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je remercie « ALLAH » pour m'avoir donné l'esprit et le courage

De finir et accomplir ce travail. Je tiens à exprimer mes profondes gratitude
et sincères remerciements à :

- Madame **Abdelbaki Cherifa**, Enseignante à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider ce jury.
- Monsieur **Benyahia Mohamed** professeur à l'université de Sidi Bel Abbes et Monsieur **Boumedién Maamar** Enseignant à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner cette thèse.
- Mes encadreurs Monsieur **Chiboub Fallah Abdelghani** et Monsieur **Florent Chazarenc** pour l'aide précieuse et les conseils judicieux qu'ils n'ont cessé de m'apporter au cours de la réalisation de ce travail.
- Ce travail a vu la collaboration de plusieurs personnes, je les remercie pour l'offre de toutes les informations qu'ils ont voulu mettre à ma disposition.

Enfin, je tiens à remercier mes parents qui sont toujours avec moi pas par pas, et me poussent vers le progrès et la réussite que dieu m'a sanctifié. Je n'oublierais jamais la patience, les aides, les sacrifices, soutiens et les encouragements qui m'ont été offert par mes amis, qui me tirent toujours plus haut et me poussent toujours plus loin. .infiniments Je les remercie

ملخص

تحتوي المياه الصرف الصحي على كمية كبيرة من الملوثات المختلفة، الامر الذي يؤدي الى المخاطر الصحية، ومن هذا يجب نقل هذه المياه المصروفة إلى محطات الخاصة لمعالجتها. لذلك يعتبر أداء وموثوقية محطة معالجة مياه الصرف الصحي من الاعتبارات المهمة، خاصة إذا كان سيتم استرداد هذه المياه واستعمالها في استخدامات ثانوية.

يتأثر أداء عملية المعالجة عمومًا بعدة عوامل مثل التغيرات النوعية والكمية في مياه الصرف، ومنه فقد وضع التشريع الجزائري معايير لجودة مياه الصرف الصحي المعالجة، لذلك من الممكن تقييم أداء وموثوقية محطة المعالجة على أساس هذه القوانين.

من هذا الأساس تم طرح فكرة هذا البحث والمتمثل في تقييم أداء محطات معالجة المياه الواقعة في مدن غرب الجزائر وهي مدينة تلمسان، مدينة تيارت ومدينة عين تموشنت.

من خلال دراسة البيانات وتحليلها إحصائياً، والتي تتضمن بعض الخصائص المهمة لجودة المياه، مثل الطلب على الأكسجين الكيميائي (DCO) ، والطلب البيولوجي على الأكسجين بعد خمسة أيام (DBO5) ، المادة المعلقة الأمونيا (NH4 +) والنترت (-NO2) والنترات (-NO3) والفوسفور (-PO43) .

يستند العمل المقدم في هذه الرسالة إلى دراسة إحصائية تتيح تقييم العناصر الفيزيائية والكيميائية المختلفة ومناقشتها وفقاً لمعايير الرفض. بالإضافة إلى دراسة تحليلية لجميع العيوب التي يمكن أن تؤثر على الحكم على الربحية وضمان استمرارية المحطة.

أشارت نماذج اختبار الارتباط وتحليل المكون الرئيسي (ACP) إلى علاقات خطية إيجابية قوية بين مجموعة المعلمات المدروسة. تم تطبيق التحليل البنيوي والوظيفي مع تحليل أوضاع الفشل وتأثيرها على المحطة وذلك باستعمال طريقة (AMDEC) وشجرة الاعطاب النظام الجزئي: المعالجة البيولوجية لمحطات معالجة مياه الصرف. مما يتيح لنا فهم مصدر ومشكل هذه التطورات وإيجاد حلول مناسبة لضمان استمرارية المحطة.

الكلمات المفتاحية: المخاطر الصحية، التشريع الجزائري، محطة معالجة مياه الصرف الصحي، الاختلالات، شجرة الأعطاب

AMDEC·ACP

Résumé

Les eaux usées contiennent une quantité considérable de différents polluants, qui constitue des risques pour la santé.

Ces eaux usées rejetées doivent être transférées aux stations d'épuration (STEP) pour les traiter. Par conséquent, les performances et la fiabilité de la station de traitement des eaux usées sont d'une considération importante, surtout si cette eau doit être récupérée et utilisée dans l'irrigation.

La performance du processus de traitement est généralement affectée par de nombreux facteurs tels que les changements qualitatifs et quantitatifs dans les eaux usées.

La législation algérienne a établi des normes pour la qualité des eaux usées traitées et leur élimination, il est donc possible d'évaluer les performances et la fiabilité d'une station d'épuration sur la base de ces lois.

La performance ou non des stations d'épuration de certain ville de l'ouest algérien, à l'exemple Tlemcen, Tiaret, Ain Témouchent, a été évaluée sur la base de la fiabilité d'une étude et des analyses statistiques des données, qui incluent certaines caractéristiques importantes de la qualité de l'eau, telles que la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène après cinq jours (DBO_5), les matières en suspension, (MES), l'ammoniac (NH_4^+), le nitrite (NO_2^-), le nitrate (NO_3^-), et le phosphore. (PO_4^{3-}).

Les travaux présentés dans cette thèse s'appuient sur une étude statistique qui permet les évaluations des différents éléments physiques et chimiques et leur discussion conformément aux normes de rejet. En plus d'une étude analytique de toutes les défaillances pouvant affecter notre système d'épuration afin de juger la rentabilité et assurer la continuité de la station.

Les modèles de test de corrélation et l'analyse en composantes principales (ACP), ont indiqué de fortes relations linéaires positives entre l'ensemble des paramètres étudiés.

Une analyse structurale et fonctionnelle a été appliquée, avec une analyse des conditions de défaillance et de leur impact sur la station à l'aide de la méthode AMDEC. L'Arbre de défaillance a été appliqué sur un sous-système appelé « traitement biologique ». Cela nous permet de comprendre la source et le problème de ces développements et de trouver des solutions appropriées pour assurer la continuité de la station.

Mots-clés : Épuration, norme, STEP, performance, rendements épuratoires. ACP, AMDEC

Abstract

Wastewater contains a huge amount of different pollutants, which is a problem of health risks. The discharged wastewater must be transferred to the treatment plants for treatment. Therefore, the performance and reliability of the wastewater treatment plant is an important consideration, especially if this water is to be recovered and used in the future.

The performance of the treatment process is generally affected by many factors such as qualitative and quantitative changes in the wastewater. Algerian legislation has established standards for the quality of treated wastewater and its disposal, so it is possible to assess the performance and reliability of a treatment plant on the basis of these laws.

The performance of wastewater treatment plants in western Algerian cities, Tlemcen, Tiaret, Ain Temouchent, was assessed on the basis of reliability. By studying the data and analysing it statistically, which includes some important characteristics of water quality, such as chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand after five days (BOD₅), suspended matter, (TSS) ammonia (NH₄⁺), nitrite (NO₂⁻), nitrate (NO₃⁻), and phosphorus. (PO₄³⁻).

The work presented in this thesis is based on a statistical study which makes it possible to evaluate the various physical and chemical elements and their discussion in accordance with rejection standards. In addition, an analytical study of all the faults that could affect to judge the profitability and ensure the continuity of the station.

Correlation test models and principal component analysis (ACP) indicated strong positive linear relationships between the set of parameters studied.

A structural and functional analysis was applied with an analysis of the failure conditions and their impact on the station using the AMDEC method. The Fault Tree was applied to a "biological treatment" subsystem. This allows us to understand the source and the problem of these developments and to find appropriate solutions to ensure the continuity of the station.

Keywords: Purification, standard , WWTP, , purifying yields. PCA, FMAEC

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 Différents types de dégrillage	11
Tableau I.2 Avantages et inconvénients des dessableurs aérés	13
Tableau I.3 Eléments de comparaison entre les procédés classiques et le lagunage	19
Tableau I.4 Les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur	25
Tableau II.1 Les données de base des stations d'épuration étudiées	40
Tableau II.2 Données de la charge polluante de la STEP Ain Témouchent	53
Tableau II.3 Concentrations des polluants à l'entrée et à la sortie de la STEP de Terga	53
Tableau II.4 Base de données de dimensionnement de la STEP de Ain El Houtz	60
Tableau II.5 Base de données de dimensionnement de la STEP de Ain Bouchakif	68
Tableau III.1 Les valeurs sortantes du pH	71
Tableau III.2 Les valeurs enregistrées du MES des eaux sortantes	73
Tableau III.3 Les concentrations des DBO ₅ en mg/L des eaux sortantes	76
Tableau III.4 Les concentrations des DCO en mg/L des eaux sortantes	79
Tableau III.5 Les concentrations des NO ₃ ⁻ en mg/L des eaux sortantes	82
Tableau III.6 Concentration moyenne sortantes de NO ₂ ⁻ en mg/L des eaux sortantes	85
Tableau III.7 Concentration moyenne sortantes de NH ₄ ⁺ en mg/L des eaux sortantes	88
Tableau III.8 Concentration moyenne sortantes de NTK en mg/L des eaux sortantes	90
Tableau III.9 Concentration moyenne sortantes de P-PO ₄ ³⁻ en mg/L des eaux sortantes	93
Tableau III.10 Matrice de corrélation de la STEP de Terga	94
Tableau III.11 Matrices de corrélation de STEP de Ain-Bouchakif	97
Tableau III.12 Matrices de corrélation de STEP de Ain El-Houtz	100
Tableau IV.1 Type de défaillance et leur degré de criticité	104
Tableau IV.2 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de prétraitement (dégrilleurs) dans le cadre de l'AMDEC	104
Tableau IV.3 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de prétraitement (Dessableurs / déshuileur) dans le cadre de l'AMDEC	105
Tableau IV.4 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de traitement biologique (ouvrage de bassin d'aération) dans le cadre de l'AMDEC	106

Tableau IV.5 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de traitement terrassière (clarificateur) dans le cadre de l'AMDEC	107
Tableau IV.6 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques Solutions spécifiques proposées pour les MES, DBO ₅ et DCO dans le cadre de l'AMDEC	108
Tableau IV.7 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques Solutions spécifiques proposées pour les matières azotées dans le cadre de l'AMDEC	109
Tableau IV.8 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques Solutions spécifiques proposées pour les PO ₄ ³⁻ dans le cadre de l'AMDEC	110

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 Mécanismes d'élimination de l'azote dans les procédés biologiques	21
Figure I.2 Schéma d'arbre de défaillance	28
Figure II.1 Vue de dessus (Google Earth) de la situation géographique des stations d'épuration	36
Figure II.2 Localisation géographique de la station TERGA	37
Figure II.3 Localisation géographique de la station d'Ain BOUCHEKIF	38
Figure II.4 Localisation géographique de la station d'Ain El Houtz	39
Figure II.5 Déversoir d'orage (Terga)	41
Figure II.6 Grille verticale manuelle (Terga)	42
Figure II.7 Grille mécanisée grossière (Terga)	42
Figure II.8 Piège à sable (Terga)	43
Grille fine (Terga) Figure II.9	44
Figure II.10 Débitmètre à ultrason (Terga)	44
Figure II.11 Poste de relevage (Terga)	45
Figure II.12 Dessableur –déshuileur (Terga)	46
Figure II.13 Bassin d'aération (Terga)	47
Figure II.14 Décanteur secondaire (Terga)	48
(Clarifloculateur (Terga) Figure II.15	49
Figure II.16 Bassin de désinfection (Terga)	50
Epaississeur (Terga) Figure II.17	51
Figure II.18 Lits de séchage (Terga)	52
Figure II.19 Bande presseuse (Terga)	52
Figure II.20 Déversoir d'orage (Ain El Houtz)	54
Figure II.21 Grille grossière manuelle (Ain El Houtz)	55
Figure II.22 Grille mécanisée (Ain El Houtz)	55
Figure II.23 Dessableur-déshuileur (Ain El Houtz)	56
Figure II.24 Bassins d'aérations (Ain El Houtz)	57
Figure II.25 Clarificateurs (Ain El Houtz)	58
Figure II.26 Bassins de chloration (Ain El Houtz)	58
Figure II.27 Vis relevage des boues (Ain El Houtz)	59
Figure II.28 Epaississeur (Ain El Houtz)	59
Figure II.29 Lits de séchage +Aire de stockage (Ain El Houtz)	60

Figure II.30 Déversoir d'orage (Ain Bouchekif)	61
Figure II.31 Grille grossière manuelle (Ain Bouchakif)	62
Figure II.32 Bâtiment de relevage (Ain Bouchakif)	62
Figure II.33 Grilles mécaniques (Ain Bouchakif)	63
Figure II.34 Grille manuelle (Ain Bouchakif)	63
Figure II.35 Dessableur-déshuileur (Ain Bouchakif)	64
Figure II.36 Bassins d'aérations (Ain Bouchakif)	65
Figure II.37 Décanteurs secondaires (Ain Bouchakif)	66
Figure II.38 Bassins de chloration (Ain Bouchakif)	66
Figure II.39 Epaisseur de boue (Ain Bouchakif)	67
Figure II.40 Lits de séchages (Ain Bouchakif)	67
Figure III.1 Variation de pH pour la station de Terga	70
Figure III.2 Variation de pH pour la station d'Ain Bouchekif	70
Figure III.3 Variation de pH pour la station d'Ain El Houtz	71
Figure III.4 Variation des concentrations de MES (en mg/l) de la station de Terga	72
Figure III.5 Variation des concentrations de MES (en mg/l) de station d'Ain Bouchekif	72
Figure III.6 Variation des concentrations de MES (en mg/l) de station d'Ain El Houtz	73
Figure III.7 Variation du rendement interannuel de MES pour les 3 STEP	74
Figure III.8 Variation des concentrations de DBO ₅ (en mg/l) de la station de Terga	75
Figure III.9 Variation des concentrations de DBO ₅ (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	75
Figure III.10 Variation des concentrations de DBO ₅ (en mg/l) de la station d'Ain El Houtz	76
Figure III.11 Variation du rendement interannuel de DBO ₅ pour les 3 STEP	77
Figure III.12 Variation des concentrations de DCO (en mg/l) de la station de Terga	78
Figure III.13 Variation des concentrations de DCO (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	78
Figure III.14 Variation des concentrations de DCO (en mg/l) de la station d'Ain El Houtz	79
Figure III.15 Variation du rendement DCO pour les 3 STEP	80
Figure III.16 Variation des concentrations de NO ₃ ⁻ (en mg/l) de la station de Terga	81
Figure III.17 Variation des concentrations de NO ₃ ⁻ (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	81
Figure III.18 Variation des concentrations de NO ₃ ⁻ (en mg/l) de la station d'Ain El Houtz	82
Figure III.19 Variation du rendement NO ₃ ⁻ pour les 3 STEP	83
Figure III.20 Variation des concentrations de NO ₂ ⁻ (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	84
Figure III.21 Variation des concentrations de NO ₂ ⁻ (en mg/l) de la station d'Ain El Houtz	84
Figure III.22 Variation du rendement NO ₂ ⁻ pour les 2 STEP	86

Figure III.23 Variation des concentrations de NH_4^+ (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	87
Figure III.24 Variation des concentrations de NH_4^+ (en mg/l) de la station d'Ain El Houtz	87
Figure III.25 Variation du rendement NH_4^+ pour les 2 STEP	88
Figure III.26 Variation des concentrations de NTK (en mg/l) de la station de Terga	89
Figure III.27 Variation des concentrations de NTK (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	90
Figure III.28 Variation du rendement NTK pour les 2 STEP	91
Figure III.29 Variation des concentrations de P-PO_4^{3-} (en mg/l) de la station de Terga	92
Figure III.30 Variation des concentrations de P-PO_4^{3-} (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif	92
Figure III.31 Variation du rendement P-PO_4^{3-} pour les 2 STEP	93
Figure III.32 Approche graphique de l'ACP des paramètres physico-chimiques dans l'eau selon le plan (F1xF2) (STEP de Terga)	97
Figure III.33 Dendrogrammes de clusters	99
Figure III.34 Approche graphique de l'ACP des paramètres physico-chimiques dans l'eau selon le plan (F1xF2) (STEP d'Ain El Houtz)	101
Figure IV.1 La remontée des boues (21/12/2015)	112
Figure IV.2 Panne mécanique au niveau degrilleur (24/06/2014)	112
Figure IV.3 Bacs de sable chargé	113
Figure IV.4 Lit de séchage détérioré	113
Figure IV.5 Infrastructure dans bassin d'aération (04/2014)	114
Figure IV.6 Bulking des boues (05/2014)	114
Figure IV.7 Arbre de défaillance du bassin d'aération	116

**DES LISTE
ABRÉVIATIONS**

ABRÉVIATIONS LISTES D

A: Age des boues (jour)

ACP : Analyse en Composantes Principales

Arbre De Défaillance :**ADD**

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs effets et de leur criticité

AMDE : Analyse des Modes de défaillance et de leurs Effets

APR : Analyse Préliminaire des Risques

aération Bassin d :**A B**

Capacité :**CAP**

Cm: Charge massique (Kg /DBO5. MVS/j)

Cv: Charge volumique (kg DBO5 / m³ /j.)

DBO : Demande Biologique en Oxygène (mg/l)

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l)

DMAAC : Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler

EH: Equivalent Habitant (eq/h)

EPDM : Ethylène Propylène Diène Monomère

FAO: Food and Agriculture Organisation

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis

FOH : Facteurs Humains et Organisationnels

GIPE : Gestion d'informations et production d'énergie

International hydrological programme : **Ihp**

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Coefficient de biodégradabilité :**K**

MENA : Moyen-Orient et l'Afrique du Nord

MES: Matières en Suspension (mg/l)

Matière Organique :**MO**

MVS : Matière volatiles en Suspension (mg/l)

NH₃⁺: Azote ammoniacal (mg/l)

NH₄⁺: Azote ammonium (mg/l)

Nitrite : **NO₂**(mg/l)

Nitrate : **NO₃**(mg/l)

Azote organique :**N_{org}**

Azote total :**N_t**(mg/l)

NTK: Azote Kjeldahl (mg/l)

OD: Oxygène Dissous (mg/l)

Assainissement'Office National d :**ONA**

ONID : Office National d'Irrigation et Drainage

Hydrogène'potentiel d :**pH**

PNUD : Programme de Développement des Nations Unies

PO₄³⁻ : Ortho-phosphates (mg/l)

Régression Multi Linéaire :**RML**

Stratégie d'Amélioration Continue :**SAC**

SEN : Système d'élimination des nutriments

épuration'Station d :**STEP**

Ts: Temps de séjour (heure)

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces

Remerciements

ملخص

Résumé

Abstract

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Abréviations Liste des

Matières Table des

Introduction Générale

1

Partie Bibliographique

CHAPITRE I : Procédé d'Épuration des Eaux Usées

I.1. Introduction

8

I.2. Histoire de l'eau usée

8

I.3. Procédés d'épuration des eaux usées

10

I.3.1. Prétraitements

10

Dégrillage .I.3.1.1

10

I.3.1.2. Poste de relevage

11

Dessablage .I.3.1.3

12

Dégraissage déshuilage .I.3.1.4

13

I.3.2. Traitements primaires

14

I.3.2.1. Décantation physique naturelle

14

I.3.2.2. Elimination de la pollution colloïdale

15

I.3.3. Traitements secondaires (traitement biologique)

15

I.3.3.1. Traitements Anaérobies

16

I.3.3.2. Traitements secondaires aérobies

17

I.3.3.2.1. Cultures fixes (lits bactériens et disques biologiques)

17

I.3.3.2.2. Les cultures libres (boues activées)

17

Lagunage .I.3.3.2.3

18

I.3.4. Traitements tertiaires

20

I.3.4.1. Elimination biologique de l'azote	20
I.3.4.2. Elimination du phosphore	22
I.3.4.3. Elimination et traitement des odeurs	22
Désinfection .I.3.4.4	23
I.3.5. Traitement des boues	24
I.4. Normes de rejets	25
I.5. Fiabilité d'une station d'épuration	26
I.5.1 Défaillance des stations	27
I.5.2 Arbre de défaillances	27
I.5.3 Analyse Des Modes De Défaillance, De Leurs Effets Et De Leur Criticité	28
I.5.3.1 Indices De Cotation AMDEC	30
art'I.6 Etat de l	31
I.7 Conclusion	35

CHAPITRE II : Description générale des Stations d'épuration

II.1. Introduction	36
II.2. Localisation des stations d'épuration	36
II.2.1. Station d'épuration Terga (Ain Témouchent)	36
II.2.2. Station d'épuration Ain Bouchekif (Tiaret)	37
épuration Ain El Houtz (Tlemcen)'II.2.3. Station d	38
II.3. Caractéristiques techniques et spécifiques des Stations	39
II.4. Présentation de la filière de traitement des stations	40
II.4.1. Station d'épuration Terga (Ain Témouchent)	40
II.4.1.1. Filière de traitement des eaux	40
orage'II.4.1.1.1. Déversoir d	41
II.4.1.1.2. Prétraitement	41
II.4.1.1.3. Traitement biologique	46
Traitement tertiaire .II.4.1.1.4	49
II.4.1.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues	50
II.4.1.2.1. Recyclage et évacuation des boues en excès	50
II.4.1.2.2. Epaissement des boues biologiques et chimiques	50
boues II.4.1.2.3. Déshydratation des	51
II.4.1.3. Données de base	53

épuration Ain El Houtz (Tlemcen)'II.4.2. Station d	53
II.4.2.1. Filière de traitement des eaux	53
orage'II.4.2.1.1. Déversoir d	53
II.4.2.1.2. Prétraitement	54
III.4.2.1.3. Traitement biologique	57
II.4.2.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues	59
II.4.2.3. Données de base	60
II.4.3. Station d'épuration Ain Bouchekif (Tiaret)	61
II.4.3.1. Filière de traitement des eaux	61
orage'd Déversoir .II.4.3.1.1	61
II.4.3.1.2. Prétraitement	61
II.4.3.1.3. Traitement biologique	65
II.4.3.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues	67
II.4.3.3. Données de base	68
II.5. Conclusion	68

Partie expérimentale

CHAPITRE III : Performances et Analyses Statistiques

III.1 Introduction	69
III.2 Performance de la station d'épuration	69
III.2.1 Résultats de pH	69
III.2.2 Résultats des matières en suspension (MES)	72
III.2.3 Résultats de la DBO ₅	74
III.2.4 Résultats de la DCO	77
III.2.5 Résultats des nitrates NO ₃ ⁻	80
III.2.6 Résultats des nitrites NO ₂ ⁻	83
III.2.7 Résultats de l'Azote ammoniacal	86
III.2.8 Résultats de l'Azote de Kjeldahl	89
III.2.9 Résultats de Phosphore	91
III.3 Traitements statistiques des données	94
III.3.1 Analyse statistique pour la STEP de Terga (Ain Témouchent)	94
III.3.1.1 Etude de l'analyse en composantes principales (ACP)	95
III.3.2 Analyse statistique pour la STEP d'Ain-Bouchakif (Tiaret)	97
III.3.2.1 Etude des clusters analysées	98

III.3.3 Etude statistique de la STEP d'Ain El Houtz (Tlemcen)	100
III.3.3.1 Etude de l'analyse en composantes principales (ACP)	102
III.4 Conclusion	102

CHAPITRE IV : Analyses des Défaillances des STEP

IV.1. Introduction	103
IV.2 Principaux dysfonctionnements observés dans les stations d'épurations	103
IV.2.1 Défaillance mécanique	104
IV.2.2. Défaillance liée au process	107
IV.2.2.1 Matières en suspension	107
IV.2.2.2 Demande biologique et chimique en oxygène (DBO ₅) et (DCO)	107
IV.2.2.3 Les matières azoté	108
(IV.2.2.4 Ortho phosphates (PO ₄ ³⁻	110
IV.3. Insuffisances rencontrées dans les STEP	111
IV.4. Axes d'amélioration proposée pour les STEP	117
IV.5 Conclusion	119

Conclusion Générale

Références bibliographies

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Une eau est essentielle pour un développement durable. À l'échelle mondiale, l'eau douce est une ressource de plus en plus rare. Les changements dans la disponibilité des ressources en eau peuvent être considérés comme le résultat du changement climatique, et la croissance de la demande accélère, le développement économique, industriel et agricole.

Le changement climatique accroît les incertitudes quant à la disponibilité future des ressources en eau douce et pourrait entraîner une désertification permanente dans de nombreuses régions du monde (**Ihp, 2011**). L'augmentation des températures et la diminution des précipitations devraient entraîner une diminution des réserves d'eau et une demande accrue en eau. La région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) est la région la plus sèche et la moins abondante en eau douce du monde. Avec une moyenne de 6,3% de la population mondiale, la région ne contient que 1,4% de l'eau douce renouvelable du monde (**Roudi-Fahimi, F, et al, 2002**). Dans la gestion globale des ressources en eau, les problèmes sont évidemment perceptibles dans la région MENA. Les aquifères sont trop pompés, la qualité de l'eau se dégrade, l'approvisionnement en eau et les services d'irrigation sont parfois rationnés. En conséquence, la santé humaine, l'environnement et la productivité agricole sont touchés. La croissance démographique est un défi majeur dans la région MENA. La population a doublé en trois décennies depuis 1980. En 2015, le nombre total de personnes vivant dans les pays MENA était de 493 millions (**Keulertz, M, et al, 2016**). On estime qu'en 2050, le nombre total de personnes vivant dans les pays de la région MENA atteindra 730 millions (Nations Unies, 2015). Il s'agit donc d'une des régions du monde où la démographie est la plus rapide et cette croissance exercera une pression énorme sur les ressources naturelles et l'environnement (**Keulertz et al, 2016**). D'ici 2050, la disponibilité en eau par habitant devrait être réduite de près de 40% (**Terink, W, et al, 2013**). Plus de 60% de la population de la région vit dans des zones où le stress hydrique de surface est élevé ou très élevé, contre une moyenne mondiale d'environ 35% (Banque mondiale, 2011). Au cours des trois dernières décennies, le stress hydrique s'est accru, concernant la rareté de l'eau et la dégradation de sa qualité. Cela est dû à certains facteurs tel que l'intrusion de la mer dans les eaux de surface et souterraines,

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ainsi que la pollution résultante d'activités liées à l'utilisation des sols, telles que celles industrielles et agricoles. Plus de la moitié des eaux usées collectées au Moyen-Orient et en Afrique du Nord sont rejetées dans l'environnement sans être traitées, ce qui entraîne des risques pour la santé et un gaspillage en eau. Selon la FAO (2006), plus des deux tiers des ressources en eau renouvelables annuelles totales moyennes de 360 km³ dans la région MENA proviennent de ressources de surface (précipitations, rivières, sources et lacs).

La disponibilité moyenne en eau par habitant dans la région MENA est estimée à 1 200 m³ / cap / an contre une moyenne mondiale de 7 000 m³ / cap / an. Cette valeur est bien en dessous du seuil de sécurité de 1 700 m³ / cap / an d'eau renouvelable (**Brown, A, et al, 2011**). Il est à noter que la région MENA présente les taux de captage d'eau douce par habitant les plus élevés au monde (804 m³ / an) et exploite actuellement plus de 75% de ses ressources en eau renouvelables. En raison de la croissance démographique et de la croissance économique rapide, la disponibilité en eau par habitant devrait diminuer au cours des prochaines décennies. D'ici 2050, les deux tiers des pays de la région MENA pourraient disposer de moins de 200 m³ de ressources renouvelables en eau par habitant et par an. (Le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord (MENA) étant une région aride et pauvre en eau, il est donc vulnérable aux effets du changement climatique sur ses ressources en eau. Des sécheresses plus fréquentes touchent certaines zones, tandis que le niveau de la mer monte. Selon (Banque mondiale, 2007), la plupart des pays de la région MENA ne peuvent pas satisfaire leur demande actuelle en eau et la situation est appelée à s'aggraver à cause du changement climatique et de l'augmentation de la population. Le changement climatique, associé à la croissance démographique, affectera profondément la disponibilité et la qualité des ressources en eau dans la région MENA. Si les changements climatiques affectent les conditions météorologiques et les précipitations, comme prévu, la région MENA pourrait connaître des sécheresses et des inondations plus fréquentes et plus graves. Conséquence directe du changement climatique, et compte tenu de la tendance actuelle à la hausse rapide de la croissance démographique, les projections de la FAO montrent que l'Algérie, l'Égypte, le Maroc, la Syrie et la Tunisie devraient connaître de graves pénuries d'eau d'ici 2050 et que seul l'Iraq devrait connaître une situation difficile.

La sécheresse peut avoir des impacts à la fois directs et indirects en Afrique du Nord et peut jouer un rôle multiplicateur de risque, déstabilisant les populations et amplifiant les inégalités d'accès aux services d'eau et aux

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ressources en eau, et renforçant les perceptions de marginalisation. La pénurie d'eau dans la région MENA sera importante dans les prochaines décennies et environ 20% peut être attribué au changement climatique et 80% à l'augmentation de la demande, à la croissance démographique et au développement économique rapide (**Immerzeel, W, et al, 2011**). L'agriculture joue un rôle important dans les économies de la majorité des pays de la région MENA. Cependant, le potentiel agricole sera limité en raison de la diminution de la disponibilité de l'eau, qui entraîne une concurrence entre les différents utilisateurs.

En Algérie, dans la zone d'étude, la vulnérabilité des ressources en eau disponibles est affectée par plusieurs problèmes tels que le changement climatique, la croissance démographique croissante, la pollution des eaux de surface et la sur exploitation des ressources en eau douce. Celles-ci exposent le pays à la pénurie d'eau au niveau local et régional. Ces problèmes, s'ils ne sont pas correctement gérés, risquent de ralentir la croissance économique du pays. L'Algérie est l'un des pays les plus peuplés du Maghreb, avec une population irrégulièrement répartie. De 1960 à 2016, la population algérienne est passée de 11,12 millions à 40,61 millions de personnes (**World data info, 2018**). La pollution de l'eau en Algérie est également un problème considérable. Les ressources en eaux souterraines et de surface sont polluées par les eaux usées domestique et d'autre non contrôlées et non traitées, ainsi que par le rejet d'effluents non traités par les industries. Les rejets non contrôlés de nitrates et de phosphates provenant des eaux de ruissellement agricoles sont considérés comme une source majeure de pollution des eaux de surface. En outre, environ 75% de la population urbaine est raccordée à un réseau d'égouts, mais la plupart des stations d'épuration étant hors service, les eaux usées non traitées sont déversées dans des plans d'eau naturels (**Wang, Z, et al, 2015**). Environ 200 millions de m³ par an d'eaux usées industrielles non traitées sont rejetés dans l'environnement. Dans les zones côtières, la qualité de l'eau souterraine est altérée par l'intrusion marine. Par conséquent, cette dégradation réduit la quantité d'eau destinée à la consommation. Les ressources en eaux souterraines en Algérie sont surexploitées. Dans la plupart des cas, un grand nombre de puits et de forages sont en cours de réalisation sans autorisation préalable des autorités. Cependant, le nombre de puits ou forages illégaux est estimé à plusieurs milliers dans tout le pays (**Wang, Z, et al, 2015**). Les ressources en eau de l'Algérie ont subi l'impact négatif du changement climatique à la suite de la sécheresse qui a sévi pendant plusieurs

INTRODUCTION GÉNÉRALE

décennies. Au cours des 25 dernières années, le pays a connu une grave sécheresse, qui a affecté les précipitations en provoquant un déficit important. Dans l'ensemble du pays, le déficit pluviométrique a été évalué à près de 30% (Messahel, M, et al, 2007). La sécheresse a également eu un impact négatif sur les modes d'écoulement des eaux de surface, le niveau de remplissage des réserves et les eaux souterraines (Messahel, M, et al, 2007). De 2000 à 2002, les déficits pluviométriques ont atteint environ 50 à 60% dans les régions du centre et de l'ouest du pays (Messahel, M, et al, 2007). En outre, la sécheresse a également eu un impact négatif sur les activités socio-économiques du pays. Les ressources en eau renouvelables (eaux de surface et souterraines) ont été estimées à environ 16,5 milliards de m³ pour une année moyenne sur la base des séries climatiques d'avant les années 1980 (Hamiche, A, et al, 2015). Cette estimation a été révisée à environ 12,2 milliards de m³ compte tenu des sécheresses subies par l'Algérie depuis les années 80, avec une diminution des ressources en eau d'environ 25% (Hamiche, A, et al, 2015). Par conséquent, la disponibilité de l'eau est tombée à moins de 447 m³ / cap / an en 2012, ce qui est nettement inférieur au « seuil de rareté » de 1 000 m³ par an fixé par le PNUD (Hamiche, A, et al, 2015)

Les STEP jouent ici un rôle important, car ce sont les sources de l'eau en question. En 2006, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré que les nutriments et les engrais présents dans l'eau traitée peuvent réduire l'apport d'engrais artificiels, ainsi que la réduction de la pollution de l'environnement due à la production et à l'utilisation d'engrais artificiels ; il a également des effets positifs sur les revenus des agriculteurs, les engrais gratuits et la bonne qualité des produits. L'augmentation de la concentration d'azote et de phosphore réduit le rendement de la production agricole et pollue les eaux souterraines.

Alors que toute défaillance du processus de traitement (primaire, secondaire ou biologique) peut entraîner de graves problèmes si l'on utilise directement l'eau pour irriguer les cultures ; la présence de germes dans les STEP résultant de l'eau met en danger la santé des agriculteurs et des consommateurs. Une usine de traitement des eaux usées (STEP) moderne et efficace est obtenue en améliorant non seulement l'équipement et la technologie mais aussi la gestion.

(Robescu et, al) en 2016, a suivi la stratégie d'amélioration continue (SAC) basée sur les principes de Six Sigma DMAAC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler) pour sélectionner la bio-augmentation comme solution pour améliorer le processus de traitement

INTRODUCTION GÉNÉRALE

biologique des eaux usées, en réduisant les coûts opérationnels et réduire la production de boues. 16,74% de réduction opérationnelle a été observée en 2015 par rapport à la même période de 2014.

Selon **Meisel, R, et al. (2007)** et **UN Water (2015)**, l'approche Lean Six Sigma permet d'améliorer les performances de traitement des eaux usées et de réduire les coûts. La réduction de la concentration en phénol dans l'effluent traité a été atteinte en suivant la méthodologie Six Sigma (DMAAC).

Nous conduisons un système qui a une sécurité de fonctionnement comme un système capable d'atteindre ce pour quoi il a été conçu, sans incident mettant en cause sa rentabilité et sans accident mettant la sécurité en jeu (**Megdiche, M, 2004**).

AMDEC (Analyses, des Modes de défaillance, et leur effet et leur criticité) est une analyse déductive des anomalies des composants sur les sous-systèmes et le système. Il s'agit d'un processus systématique visant à identifier les modes de défaillance potentiels avant qu'ils ne surviennent, dans le but de les éliminer ou minimiser les risques associés (**Landy, G, 2007**), (**Faucher, J, 2009**). L'armée américaine a été la première à développer le (AMDEC) en 1949 dans le secteur aéronautique. Ensuite, il a été utilisé pour la première fois dans les années 1960 pour l'analyse de la sécurité des avions, puis dans les années 1970, il a été adopté dans les secteurs automobile, chimique et nucléaire en Europe. Au début, il a commencé comme AMDE (analyse des modes de défaillance et de leurs effets), puis il a été développé en ajoutant les risques d'estimation de la criticité pour devenir les modes de défaillance de conception et l'analyse des effets (AMDEC) (**Megdiche, M, 2004**).

La rubrique permet de prévoir les risques en déterminant la panne dans le système. Cependant, peu de scientifiques, sinon aucun, n'ont appliqué cette approche pour évaluer l'échec des stations d'épuration.

La thématique qui est intitulée « **Performances épuratoires d'un échantillon de stations de traitement des eaux usées situées en Oranie.** » est structurée pour un objectif principal qui est d'étudier la défaillance du système de fonctionnement des stations d'épuration en eaux usées de type domestiques situées dans la partie nord-ouest de l'Algérie.

En conséquence de notre objectif optimal, les objectifs spécifiques sont :

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Évaluation de la qualité des eaux usées rejetées par les stations d'épurations ;
2. Suivi et analyse des performances, afin de détecter les problèmes liés au processus de traitement dans les stations.
3. Étude statistique basée sur la corrélation entre les paramètres et l'analyse des composantes principales (ACP), pour sélectionner les relations et les groupes.
4. Application de l'analyse des modes et des effets de défaillance (AMDEC) et schématisé l'arbre de défaillance.

❖ recherche Questions de

Afin d'atteindre nos objectifs, il fallait répondre aux questions suivantes :

- a) Quelle est la qualité physico-chimique et biologique de l'eau des effluents de la station d'épuration ?

Pour répondre à cette question, nous évaluer et caractériser la qualité de l'eau issue de la station d'épuration.

- b) Où se situé le(les) problème (s), dans le processus de traitement ?

Ici, nous nous sommes basés sur le concept de diagnostiquer et comparer l'eau traitée avec les normes de l'ONA et de détecter les dépassements et (la/ les) cause qui provoquent la non performance.

- c) Quel est le problème le plus critique qui avoir être résolu urgent ?

Cette question révélera les dysfonctionnements les plus importants à traiter, en premier lieu, afin d'assurer la continuité du fonctionnement de la station d'épuration.

- d) Comment traiter ce problème pour assurer le bon fonctionnement du système avec un processus corrigé ?

La réponse à cette question sera la proposition d'une solution qui assurera le bon fonctionnement de la station d'épuration.

Le thème « **Performances épuratoires d'un échantillon de stations de traitement des eaux usées situées en Oranie.** » s'articule en deux axes principaux :

- Le premier axe, est consacré à une synthèse bibliographique qui introduit les connaissances nécessaires à la compréhension de ce travail, notamment une brève histoire sur les eaux usées, ainsi que des définitions des différents procédés du traitement des eaux usées urbaines.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le deuxième axe, concerne l'étude expérimentale, qui présente une description sur les stations d'épuration des trois villes de l'Ouest de l'Algérie (Ain Témouchent, Tiaret, Tlemcen). Cette dernière comportera une étude détaillée sur le site à étudier. On s'est intéressé également à l'interprétation des résultats obtenus, afin d'analyser les performances d'épuration de la filière de traitement en termes de diminution de la pollution, et d'identifier les différentes corrélations entre les paramètres analysés

Les principales défaillances et leurs effets sur le système sont développés avec l'arbre de défaillance, afin que des solutions soient proposées

En fin, nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont synthétisés les résultats obtenus, avec les différentes perspectives et recommandations à suivre, est-ce pour la remise en marche et l'amélioration des STEP concernées.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

Procédé d'Épuration des Eaux Usées

CHAPITRE I : Procédés d'Épuration des eaux usées**I.1. Introduction**

Le développement de la réutilisation des eaux épurées et la préservation des milieux naturels contre la pollution résiduelle des rejets exigent la production d'une eau épurée de meilleure qualité et l'introduction de traitements complémentaires efficaces. L'amélioration de la qualité de l'eau épurée exige une meilleure maîtrise des procédés, ceux-ci se caractérisant par leur complexité et la variabilité des conditions de leur fonctionnement. L'introduction d'outils et de méthodes plus évolués pour leur gestion est la démarche adoptée actuellement par tous les gestionnaires des stations d'épuration.

En Algérie, plusieurs systèmes d'épuration collective des eaux usées ont déjà été testés ou sont en cours d'expérimentation. Un recensement effectué en 1993 a montré que les techniques d'épuration par boues activées représentaient 75 % des 155 stations d'épuration recensées et que la quasi-totalité était soit à l'arrêt, ou en mauvais état de fonctionnement.

I.2. usée eau'histoire de l'L

Les procédés d'élimination des déchets remontent à très loin dans le temps. En effet, on a découvert des égouts d'évacuation d'eaux sanitaires dans les ruines des cités préhistoriques de Crète et dans les cités antiques d'Assyrie. Des égouts créés par les Romains pour l'écoulement des eaux de pluie sont encore fonctionnels aujourd'hui. Bien que l'activité première de ces canalisations fût le drainage, les eaux de pluie s'accompagnaient de sérieuses quantités de matières organiques du fait que les Romains déversaient les ordures dans la rue. Vers la fin du moyen âge, les caves souterraines privées et plus tard les fosses de décantation se sont développées en Europe. Lorsque ces conteneurs étaient remplis, les responsables de l'assainissement transvasaient les dépôts aux frais du propriétaire. Les déchets étaient utilisés comme produits fertilisants sur les champs adjacents ou déversés dans les cours d'eau ou bien sur des terrains inexploités.

Entre 1859 et 1875, un système de ce type a été mis au point par (Joseph B) pour détourner les eaux pluviales et les déchets en aval de la Tamise à Londres. Le développement des systèmes municipaux d'approvisionnement en eau et de la plomberie domestique a permis la création des toilettes à chasse d'eau et des systèmes modernes d'évacuation. Quelques

siècles plus tard, on participe à nouveau à la construction de déversoirs d'orage, le plus fréquemment sous l'aspect de conduites ouvertes ou des canaux dans les rues. Initialement, il était interdit de déposer quelque déchet que ce fût dans ces égouts, mais, vers le 19^e siècle, on s'est rendu compte que la santé publique pouvait être améliorée si l'on évacuait dans les déversoirs d'orage les résidus domestiques et leur élimination aussitôt.

En dépit des difficultés émises, selon lesquelles les systèmes d'évacuation des eaux usées constituaient un gaspillage de ressources, un risque pour la santé et des dépenses élevées, de nombreuses villes s'en sont équipées. Au début du 20^e siècle, quelques villes et établissements commencèrent à soutenir que le déversement direct des égouts dans les cours d'eau était nocif. Tout cela, donc, a mené vers la structuration d'installations de traitement des eaux usées. C'est à peu près à cette époque que la fosse septique fut définie comme moyen de traitement des eaux domestiques rejetées par les ménages, autant dans les zones suburbaines que rurales. Dans les travaux publics de traitement des eaux usées, on se base en premier lieu sur la technique du filtre percolateur ensuite, entre les années 1920 et 1930, sur les procédés par boues activées. Cela était d'une amélioration considérable et a permis le développement de ces techniques et leurs utilisations dans des nombreuses villes. Depuis les années 1970, un traitement chimique plus poussé (par chloration) est principalement introduit dans le globe industriel. Les eaux usées sont acheminées vers les stations de traitement (ou d'épuration). Il existe nombreux types de réseau selon la nature des eaux. Il peut s'agir d'un système unitaire, lorsqu'il est question en même temps d'eaux domestiques et d'eaux de pluie. C'est le système qu'on trouve le plus souvent dans les anciennes localités ou dans un réseau distinct ; quand eaux domestiques et eaux de pluie sont groupées séparément. Ce type d'aménagement est de loin le plus intéressant car il offre un avantage de grande souplesse et une meilleure maîtrise des équipements de traitement d'où une limitation des risques de pollution au cas où les réseaux unitaires sont saturés (GLS, 2007).

Une station de traitement des eaux usées a pour but d'expulser de la pollution jusqu'à un seuil défini par la réglementation en vigueur pour garantir que le rejet des eaux traitées ne détériore pas le milieu aquatique... et selon cette réglementation, les procédés de traitements sont mis en action selon plusieurs niveaux. Donc, une station d'épuration comporte une phase de prétraitement pendant laquelle les matières les plus grossières sont récupérées par dégrillage (pour les solides volumineux), puis par flottaison/décantation (pour les sables et les

graisses). Ensuite, un traitement dit primaire et une décantation plus longue, pour éliminer une partie de MES.

Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont appliqués afin d'éliminer la matière organique. Enfin, un traitement des nitrates et des phosphates est demandé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physiques et naturels.

I.3. usées épuration des eaux'Procédés d

Dans les établissements de traitement des eaux usées, le procédé de traitement peut comporter plusieurs phases selon le type et la qualité de l'effluent à traiter.

I.3.1. Prétraitements

Les effluents usagés bruts, à leur acheminement à la station, doivent généralement soutenir un prétraitement composé d'un certain nombre d'actions successives uniquement physiques ou mécaniques. Il est simulé à arracher de l'eau usée, la plus grande quantité possible de corps dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements suivants. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations : (le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour les sables et graviers et (le dégraissage-déshuilage ou d'écumage- flottation) pour les huiles et les graisses.

I.3.1.1. dégrillage Le

Au cours du dégrillage, les eaux usées circulent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins éloignés, soutiennent les matières les plus volumineuses et flottantes transportées par l'eau brute, pouvant nuire à l'efficacité des traitements ultérieurs ou en compliquer leur exécution. Le dégrillage permet aussi de soutenir la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles d'inciter des obturations dans les différentes unités de l'installation. Les éléments maintenus sont, ensuite, débarrassés avec les ordures ménagères.

Si possible cette opération est exécutée avant la station de relevage afin de préserver les pompes à vis d'Archimède et de ne pas déstabiliser le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement et on a :

Le pré dégrillage grossier dont les barreaux des grilles sont espacés de 40 à 150 mm ;

- Le dégrillage moyen de 6 à 75 mm ;
- Le dégrillage fin moins de 1,5 à 6 mm
- Le dégrillage très fin de 0,25-1,5 mm

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale. (WEF, 1998 ; Daukes, 2006)

Différents types de dégrillage **Tableau I.1**

	Espacement	Rôle
dégrillage -Pré dégrillage) grossier	mm 150-40	Empêcher que les bûches et les gros débris lourds d'entrer dans les procédés de traitement. Principalement utilisé dans le poste d'arrivage des eaux brutes avant le poste de relevage
Dégrillage moyen	mm 75-6	Pour éliminer les grosses matières solides, les chiffons et les débris. Généralement utilisé dans les stations .d'épuration
Dégrillage fin	mm 6-1,5	Enlever les petits solides. Suit généralement un tamis grossier
Dégrillage très fin	mm 1,5-0,25	Réduire les matières en suspension au niveau du .traitement primaire

I.3.1.2. relevage Poste de

La fondation du poste de pompage (poste de relevage) d'une station de traitement des eaux usées est basée principalement sur le choix du type de pompes utilisées pour assurer cette fonction. Généralement, le poste de relevage est assuré par une pompe centrifuge. Seulement, dans le cas d'une station d'épuration plus considérable (débit plus important et variable), une pompe à vis (Vis d'Archimède) est un choix plus judicieux. Les pompes à vis (Vis d'Archimède) peuvent pomper une variété des eaux usées brutes portant des solides et des débris. L'un des avantages majeurs de ces pompes est l'oscillation du débit de pompage à une vitesse constante ; puisque le niveau d'eau dans le puisard est le facteur qui influence les performances de pompage. Les opérateurs distinguent qu'une fois installées, les pompes à vis d'Archimède sont rarement cibles de problèmes de défaillances (Garbus, 2006).

I.3.1.3. dessablage Le

Le rôle d'un dessablage est d'extraire d'une eau brute les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à empêcher les dépôts dans les chenaux et canalisations ; pour défendre ainsi, les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à l'usure ainsi à éviter de surcharger les stades de traitements postérieurs en particulier les réacteurs biologiques. L'écoulement de l'eau, à une petite vitesse, dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables rattrapés, par aspiration, sont ensuite séchés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage. Cette opération concerne les matières minérales de granulométrie supérieure à 100 μ m.

Dans un dessableur à flux horizontal, pour garantir la disqualification des grains et prévenir que la matière organique se dépose, trois exigences doivent être remplies (**Steel et al. 1979**) :

- La vitesse d'écoulement à la sortie du dessableur doit être égale à la vitesse de sédimentation des particules inertes.
- La vitesse horizontale doit être inférieure à la vitesse d'érosion des particules inertes.
- La vitesse horizontale doit être supérieure à la vitesse de décantation des particules organiques. Dans les années 1950, la philosophie de construction des dessableurs impliquait que l'écoulement horizontal devait saisir les particules de sable de 200 μ m de diamètre et une densité voisine de 2,65 (**Fair et Geyer, 1954**). Des recherches ont prouvé que la gamme de densité des grains de sable est de l'ordre de 1,1 à 2,7 (**Metcalf & Eddy, 2003**). En outre, il est reconnu que la graisse et autres matières organiques généralement recouvrent le grain de particules (inorganiques). Ainsi, ni la densité, ni la taille d'une particule de grain ne peut être décrite en termes d'un grain de sable seul. Une mesure plus réaliste appelée "la taille équivalente de sable" (TES) est préférée (**Wilson et al. 2007**).

➤ aéré Dessableur

On génère de l'air qui affronte une rotation du liquide et crée ainsi une vitesse constante de broyage du fond, perpendiculaire à la vitesse de transit et beaucoup plus faible.

La vitesse d'eau à travers le fond du bassin est influencée par la taille et la densité des particules qui vont se déposer (Albrecht, 1967 ; Sawicki, 2004). L'opération de roulement induit par les diffuseurs d'air est indépendante du débit de transit. La vitesse de diffusion de l'air et de la forme du bassin régit la vitesse du rouleau. Les particules sont déplacées par l'écoulement en spirale vers le fond de la cuve. Le sable est aperçu soit mécaniquement ou par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage directement par pompe suceuse montée sur pont roulant. Les avantages et les inconvénients du dessableur aéré sont résumés dans le tableau ci-dessous. (WEF, 1998 ; Spangler, 2006)

Avantages et inconvénients des dessableurs aérés .Tableau I.2

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▪ minimale Perte de charge▪ Teneur en matière organique peut être contrôlée par le taux de l'air▪ Efficacité constante sur une large gamme de débit▪ Bassin peut être utilisé pour ajouter et mélanger les produits chimiques	<ul style="list-style-type: none">▪ élevée Consommation électrique▪ équipement 'l Entretien de enlèvement 'd▪ Main-d'œuvre nécessaire pour l'entretien du système d'air▪ Les composés organiques volatils peuvent être libérés

Bien qu'il n'y ait pas d'arguments formels pour l'efficacité requise de dessablage, généralement, il a été supposé qu'un dessableur aéré fonctionnant correctement devrait supprimer 100 % de la fraction de sable supérieur à 200 mm de diamètre et 65 à 75 % de la fraction de sable entre 100mm et 200mm. En outre, la teneur en matière organique du grain capturée ne devra pas dépasser 10% (Imhoff. .(K et Imhoff. K R, 2007

I.3.1.4. déshuilage Le dégraissage

Les graisses et les huiles sont des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, issues non seulement des habitations mais aussi des restaurants, des garages, des chaussées, des usines, des abattoirs, ... etc. Le déshuilage est une action de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses).

Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées capables de gêner la productivité du traitement biologique qui intervient par la suite.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération. Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 min. Le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 m³ par mètre cube d'eau et par heure. Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage qui met en œuvre les principes de fonctionnement cités précédemment (**Gaid, 1993**).

I.3.2. primaires Traitements

La phase du traitement "primaire" fait appel à des méthodes physiques naturelles, filtration et décantation plus ou moins achevée et éventuellement coordonnée par des procédés physico-chimiques telles que la coagulation- floculation.

I.3.2.1. naturelle La décantation physique

La décantation est une technique exploitée dans pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son but est d'éliminer les substances dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres éléments parmi lesquels : grosseur et densité des particules.

Cette opération permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs en destituant une part des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1,2 m/h, 40 à 60 % de MES, soit 40% de matière organique, 10 à 30 % des virus, 50 à 90 % des helminthes et moins de 50 % des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants, (**Faby, 1997**). Les matières solides se décantent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les boues "primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage.

I.3.2.2. colloïdale Elimination de la pollution

La turbidité et la couleur d'une eau sont notamment causées par des matières très petites, dites particules colloïdales. Ces substances, qui peuvent rester en suspension dans l'eau pendant de très longues périodes, peuvent même échapper d'un filtre très fin ce qui rend le traitement primaire simple est insuffisant. L'amélioration du rendement d'épuration de la décantation se fait alors par ajout de réactifs de coagulation floculation. Pour certains effluents industriels, la flottation peut être utilisée.

L'objectif de la coagulation est principalement de déstabiliser les particules en suspension, à savoir, favoriser leur agglomération. Ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide d'adjuvant chimiques. Les primordiaux coagulants minéraux introduits en eaux résiduaires urbaines sont le sulfate d'alumine et le chlorure ferrique. Les floculants organiques les plus usagés sont des polymères synthétiques de haut poids moléculaire.

Généralement, des expériences de laboratoire sont essentielles pour sélectionner le ou les réactifs à utiliser (Jar test). Les performances sont en fonction de la nature de la composition des eaux brutes, du choix et du dosage des réactifs. On obtient en moyenne une diminution de (**Sadowski, 2002**) : DBO5 : 70 à 80 % ; MES : 90 %.

Ces procédés sont habituellement employés dans les stations d'épuration de grande capacité, ou dans celles ayant à faire face à de grandes variations de charge dans l'année (zone touristique). La séparation du floc a lieu pendant la phase de clarification (décantation secondaire). Les procédés les plus modernes utilisent du micro sable injecté dans l'effluent afin d'accélérer la décantation des floes. On parle alors d'élimination à floes lestés (**Lazarova et al. 2003**).

I.3.3. (biologique Traitements secondaires (traitement

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau domestique (décantée ou non) en la transformant en matières en suspension : micro-organismes et leurs déchets, plus facilement récupérables (**Dufournet, 1974 ; Gaïd, 1993**).

L'astuce de ce traitement est de mettre en contact la matière organique comprise dans les eaux usées avec une agglomération bactérienne. Celle-ci assimile alors la matière organique pour son propre développement. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants

forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique.

En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage) et les techniques d'épandage-irrigation, etc...

Le traitement par boues activées est le procédé le plus répandu au monde. Il s'agit d'un réacteur qui comporte les eaux à traiter, dans lequel est introduite une boue chargée d'une masse bactérienne. Les bactéries nourrissent la matière organique et contribuent aussi à l'élimination de l'azote et du phosphore. A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur.

La boue clarifiée se divise en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est transvasé vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène.

Selon (**Faby et Burmaster, 1997**), une épuration biologique (boues activées, puis bassin de clarification) permet d'éliminer 90 % des virus, 60 à 90 % des bactéries, mais par contre a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes. Selon (**Rowe et Abdel Magid, 1995 ; Asano, 1998**) un traitement par boues activées élimine 90 % des bactéries entériques, 80 à 99 % des entérovirus et des rota -virus. L'élimination a lieu grâce à la sédimentation de MES, la compétition avec les micro-organismes non pathogènes et la température ; mais la part la plus importante est due à la sédimentation.

Ces traitements sont conçus essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée et des matières en suspension, ainsi que pour poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire ; par voie biologique le plus souvent.

Les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, deux types de traitements :

I.3.3.1. Anaérobies Traitements

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'usant pas de l'oxygène en particulier, aux bactéries méthanogènes qui dirigent, comme leur nom l'indique, la formation

du méthane à partir de la matière organique et à un degré moindre de CO₂. Ce type de traitement appelé aussi « digestion anaérobie » est une opération délicate qui nécessite une surveillance importante. En effet, la température doit être gardée à un niveau très stable et conformément élevé. Il faut aussi interdire les écarts brutaux de pH et les substances inhibitives du développement bactérien. Ce type de procédé est utilisé pour des effluents très condensés en pollution carbonée de type industriel (Gaïd, 1993 ; Sadowski, 2002).

I.3.3.2. Les traitements secondaires aérobies

Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. Deux grandes familles peuvent être distinguées : les procédés à cultures fixes (micro-organismes fixés sur des supports) et les procédés à culture libre (micro-organismes maintenus en suspension dans le mélange à épurer). Nous pouvons citer les plus courantes selon (Ghoualem-S, H, 2007).

I.3.3.2.1. Cultures fixes (lits bactériens et disques biologiques)

Le lit bactérien est le plus ancien procédé à biomasse fixée. Cette masse est fixée sur un matériau de grosse granulométrie (3 à 8 cm) sur lequel percole l'effluent à traiter. L'air est transféré par répartition à travers le film d'eau ruisselant à la surface du matériau. Une vitesse hydraulique suffisante, assurée par un recyclage d'eau traitée, permet l'évacuation des boues en excès qui sont séparées de l'effluent traité dans un ouvrage de décantation situé en aval (Gaïd, 1993 ; Henze M et al, 1996). Parallèlement, il existe d'autres lits bactériens appelés disques biologiques tournants. Cette technique, très ancienne se retrouve dans une certaine unité de station qui demande une modernisation.

Ces disques très légers en matière plastique, de 10mm d'épaisseur et de 2 à 3 m de diamètre, sont espacés de 1 à 2 cm et montés sur un arbre horizontal, lequel est entraîné par un moteur.

I.3.3.2.2. Les cultures libres (boues activées)

Le terme « cultures libres » agglomère les procédés dans lesquels est induit le développement d'une agriculture bactérienne diffusée sous forme de flocs au sein du liquide à traiter. Le procédé par « boues activées » est le plus commun des procédés par « cultures libres » (Miquel G, 2003 ; Gaïd, 1993 ; Faby et Brissaud, 1997 ; Sadowski, 2002). Dans ce récipient, le brassage a pour objectif d'éviter les accumulations des sédiments et de servir d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte). La

Pulvérisation de l'air peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène (par le brassage et l'injection d'air) et a pour but de dissolver ce gaz dans la liqueur mixte, pour répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies.

Après un temps de contact suffisant, les bactéries épuratrices disposent d'un temps d'action suffisant appelé "temps de contact", ensuite, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois « décanteur secondaire », pour séparer l'eau épurée des boues. Une partie de ces dernières est recyclée dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues en excès) est extrait du système et évacué vers la filière de traitement des boues.

I.3.3.2.3. lagunage Le

Le lagunage est une structure biologique d'épuration extensive, qui sert à épandre les eaux usées dans certains bassins consécutifs de faible profondeur ; où des manifestations naturelles de dégradation font intervenir la biomasse qui métamorphose la matière organique. Le corps polluant soustrait aux eaux usées se retrouve en grande partie dans la végétation et les dépôts accumulés et en faible partie dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux. L'oxygène est produit par les mécanismes photosynthétiques des algues qui poussent et se développent grâce aux engrais qu'apportent les eaux d'égout (**Racault et al. 1997**).

Le lagunage aéré permet d'épurer des rejets faiblement chargés en corps de la suspension dans des bassins de 2 à 3 m de profondeur. Dans l'absence de recerclage de boues à partir d'un clarificateur, un équilibre est conçu entre l'apport de pollution biodégradable et l'agglomérat de bactéries qui s'accroissent à partir de cette pollution. Les dispositifs d'aération sont comptés sur la base des besoins en oxygène. Compte tenu des grands volumes mis en jeu, les puissances spécifiques appliquées sont faibles (2 à 5 W/m³) ce qui se traduit par une décantation des bactéries au fond des bassins où elles forment un dépôt (**Guilloteau J.A, 1992**). Il simule, en l'amplifiant, l'action auto-épuratrice des lagunes ou des lacs. Accordés aux systèmes ordinaires de traitement secondaire, ils constituent aussi d'excellents dispositifs tertiaires aptes à réduire les risques liés aux micro-organismes pathogènes. Les mécanismes de l'épuration et le fonctionnement d'un lagunage simple peuvent être décrits par le schéma suivant :

Eau résiduaire + oxygène [(masse bactériennes)] boues + effluent traité + CO₂ + H₂O

Les mécanismes de l'épuration et le fonctionnement d'un lagunage consiste à retenir les effluents dans des bassins pendant une période plus ou moins longue au cours de laquelle les organismes présents aident à éliminer 50 à 60 Kg de DBO5/hectare par jour (**Junger, F, 2000 ; Sadowski, J, 2002**). On peut donc, classer les lagunes en fonction de leur régime ou en fonction de leur place dans la filière épuratoire. On aura ainsi, selon le premier critère, des bassins de stabilisation :

- Anaérobies : sorte de pré-digester exposé à l'air.
- Aérobie : fonctionnant grâce à une association typique d'algues et de bactéries.
- Facultatifs : où la zone supérieure est aérobie et la zone inférieure anaérobie.

Tableau I.3. Eléments de comparaison entre les procédés classiques et le lagunage

Procédés d'épuration	Procédés classiques		lagunage		
	Boues activées	Lits bactériens et disques biologiques	Lagunage naturel (traitement complet)		Lagunage aéré
			-à micro phytes	à phytes-macro	
Elément de Comparaison					
Principe de épuration'l eaux	Biologique aérobie	Biologique aérobie	Biologique aérobie	Biologique aérobie	Biologique aérobie
Etat de la culture	floculée –Libre	Fixée sur un support	Libre peu floculée	En partie fixée sur support	Libre peu floculée
Temps de séjour dans les bassins	Quelques heures à quelques jours	Quelques minutes à Quelques heures	2mois<	2mois<	semaines 2<
Contrôle de la culture	Enrichissement par recyclage contrôle artificiel	Autorégulation	Autorégulation	Autorégulation	Autorégulation
Mode de fourniture oxygène'd	Aération mécanique	Aération par ruissellement	Fourniture par les algues	par Fourniture les algues	Aération mécanique
Boues âge de la culture bactérienne	à 30 jours 1	Quelques jours	mois 2	Plusieurs mois	semaines 3
Degré de stabilisation à l'extraction	Variable suivant la charge massique	Très faible	Très important	Très important	Très important
Elimination germes des	à 2 u log 1	à 2 u log 1	à 5 u log 3	3 à 5 u log (données à confirmer)	à 3 u log 2

Source (Mehaignerie et al.,1979)

I.3.4. tertiaires Traitements

Les traitements tertiaires ou d'affinage concernent principalement l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution bactériologique des eaux usées domestiques ; ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour répondre aux normes de rejet. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, pour garantir une meilleure protection des milieux récepteurs. Les traitements tertiaires souvent considérés comme complémentaires permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement ou en vue d'une réutilisation de l'eau traitée en agriculture ou en industrie (Cauchi, 1996). On distingue généralement les opérations suivantes :

- La nitrification-dénitrification et déphosphatation biologique ou mixte (biologique et Physico-chimique) ;
- La désinfection bactériologique et virologique.

I.3.4.1. azote'l Elimination biologique de

L'effet de l'azote sur le milieu aquatique aide à déchiffrer le souci de leur élimination. Cette dernière est stipulée dans les textes juridiques relatifs aux rejets d'effluents dans le milieu aquatique.

Les stations d'épuration n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux résiduaires. Pour répondre aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires ou tertiaires doivent être mis en place. L'enlèvement de l'azote est souvent obtenu grâce à des traitements biologiques de "nitrification-dénitrification" ou par échange d'ions.

L'azote existant dans les résidus domestiques est principalement d'origine urinaire. Il est transporté environs 3/4 par l'urée qui s'hydrolyse rapidement pour donner NH_4 en présence d'une enzyme qui est « l'uréase ». Les bactéries qui possèdent cette enzyme sont en ressource dans les égouts.

D'une autre part, les formes oxydées de l'azote (NO_2^- , NO_3^-) seront toujours en faible teneur et inférieure en général à 1 mg/L, en entrée de station. En plus de NH_4^+ , les eaux résiduaires comprennent, dans des proportions variables, de l'azote organique. On rappellera que l'azote total Kjeldahl ou NTK est la somme de l'azote organique et ammoniacal exprimée

En N. (Les nitrites (NO_2^-) et les nitrates (NO_3^-) ne sont pas pris en compte par ce dosage). L'azote subit différentes transformations au cours d'un traitement biologique ; en passant de la forme nitreuse puis nitrique et de retour à la forme gazeuse (Metahri. .(M.S, 2012 :processus élimination de l'azote fait intervenir quatre'L

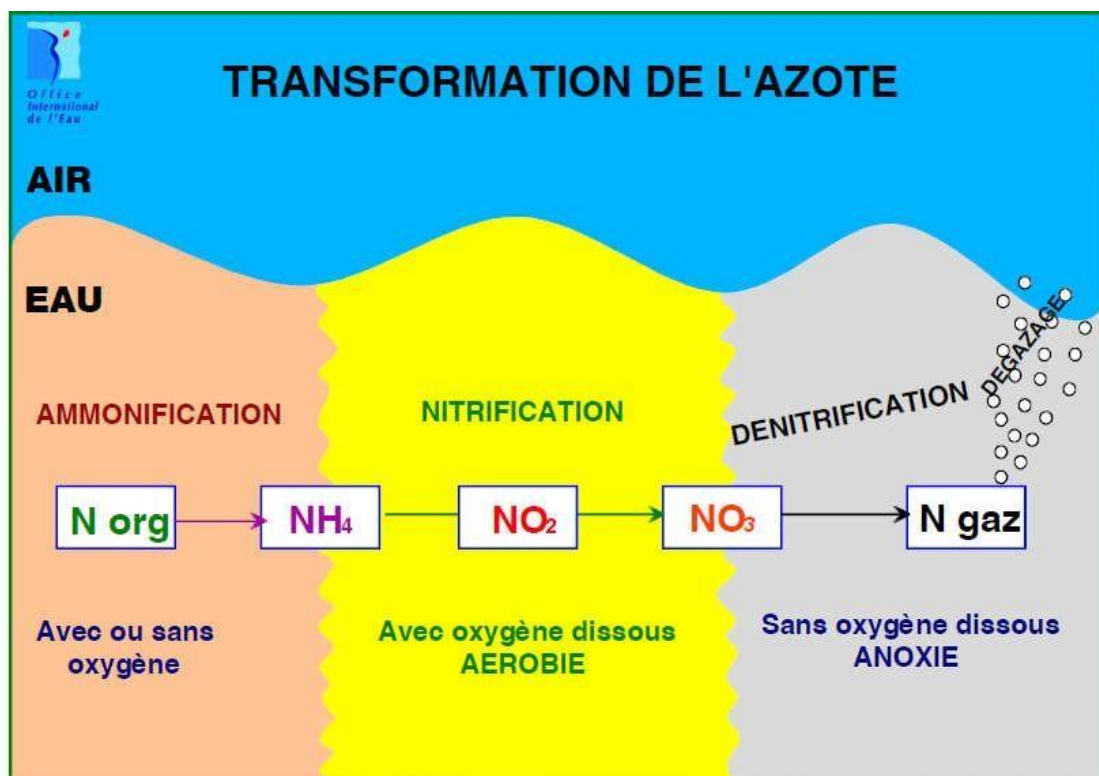
1. Ammonification : transformation de l'azote organique en azote ammoniacal par des bactéries banales ;

2. Assimilation : utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal et éventuellement organique pour la synthèse bactérienne ;

3. Nitrification : oxydation de l'azote ammoniacal en nitrites et en nitrates. Cette :particulière réaction fait intervenir des bactéries très

- Nitrosomonas pour l'oxydation de NH_4^+ en NO_2^- ,
- Nitrobacter pour l'oxydation de NO_2^- en NO_3^- ;

4. Dénitrification : réduction des nitrates en azote gazeux qui retournera après un stade intermédiaire NO_2^- sous sa forme primitive dans l'atmosphère. Cette réaction fait intervenir des bactéries banales et abondantes dans le milieu naturel (Sadowski, 2002).



Source (O. I. Eau, 2005)

Figure I.1. Mécanismes d'élimination de l'azote dans les procédés biologiques

I.3.4.2. phosphore Elimination du

La déphosphatation ou l'élimination du phosphore peut être exécutée par des aspects physico-chimiques ou bien biologiques

La déphosphatation biologique se base sur l'agglomération du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les métabolismes de la déphosphatation biologique sont particulièrement compliqués, et leur rendement vari (en fonction principalement de la pollution carbonée et des nitrates comprises dans les effluents usagés). Dans les grandes installations d'épuration, ce système est généralement associé à une déphosphatation physico- chimique, pour atteindre le seuil de rejets requis. La précipitation chimique du phosphore peut s'effectuer à plusieurs étapes dans la filière de traitement soit :

1. Au niveau de la décantation primaire ;
2. Dans le bassin de boues activées, le précipité décantant alors dans le clarificateur ;
3. Sur l'eau épurée biologiquement avec un ouvrage spécifique de décantation (**Gaïd, 1993 ; Rodier J, 2005**).

I.3.4.3. des odeurs Elimination et traitement

Les eaux résiduaires chargées en matières organiques particulières et dissoutes en composants azotés et phosphorés, peuvent dégager des odeurs pénibles suivant un processus biologique bien connu qui se déclenche en milieu réducteur. Par ailleurs, de véritables rejets industriels comportent des composés très volatils usagés dans les procédés de fabrication comme des sulfures, des aldéhydes, des alcools ou encore de l'ammoniaque. Cependant, les exploitants de stations d'épuration cherchent à limiter les odeurs dégagées par les traitements. Pour éviter la propagation des mauvaises odeurs émises aux différents postes de traitement, il convient d'isoler les sources odorantes dans des enceintes hermétiques. La couverture complète de tous les ouvrages est la technique la plus adaptée avec, en plus, un souci d'intégration au site. La couverture du poste de relevage, des prétraitements et de la filière de traitement des boues reste toutefois suffisante dans la plupart des cas. Après confinement, les odeurs doivent être évacuées par ventilation forcée et les composants odorants traités (**Gaïd, 1993**).

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place, au sein des stations d'épuration. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage, où un liquide

désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et/ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel) réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs.

I.3.4.4. désinfection La

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration classiques par contre, ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable. On peut donc supposer qu'ils constituent l'aménagement technique minimum d'une station d'épuration en vue d'une réutilisation.

❖ Les traitements chimiques de désinfection sont :

- a) Le chlore est un oxydant fort qui intervient à la fois avec des particules réduites et organiques et avec les germes. Les traitements de purification et de clarification, en amont, ont un impact considérable sur le bon rendement, sur l'efficacité du traitement et font éviter de recourir à trop de chlore ; d'autant plus que le coût de la dé-chloration, qui permet de limiter considérablement l'effet toxique de certains produits dérivés formés lors du traitement, est assez élevé.
- b) L'ozonation c'est une technique de désinfection très puissante qui permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est un procédé efficace adopté contre les virus (**Lazarova, 2003**). Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité (**Cauchi, 1996**). On peut également utiliser l'acide peracétique, le dioxyde de chlore et les ferrates.

❖ Les traitements physiques de désinfection par les ultraviolets

Le traitement par rayons ultraviolets est effectué principalement par des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Ce procédé est simple à mettre en service car il ne requiert ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très temporaire (20 à 30 s). La productivité du traitement dépend surtout de deux paramètres :

1) Les lampes, doivent être changées fréquemment : elles sont usagées au bout d'un an et demi. De plus, elles doivent être nettoyées car elles ont tendance à s'encrasser ;

2) La qualité de l'effluent, dont les MES et certaines molécules dissoutes absorbent les UV, ce qui diminue l'efficacité des lampes.

Les désinfections utilisant des produits chimiques (chlore, ozone, etc.) sont efficaces, sauf contre le *Cryptosporidium*. Il a été démontré que des kystes de *Cryptosporidium* pouvaient résister à des traitements à pH = 11,2, à la chloration et à d'autres traitements chimiques (**Rose et al, 1999**). Cependant, la plus grande partie des kystes de *Cryptosporidium* sont éliminés pendant les phases primaires de décantation et coagulation/floculation. Seulement, il est nécessaire de trouver l'équilibre entre le risque posé par les désinfectants en eux-mêmes et le risque lié aux microorganismes pathogènes (**Asano, 1998**). C'est essentiellement le cas pour le chlore dont l'utilisation crée des dérivés halogénés potentiellement cancérigènes. Pour les ultraviolets, le problème ne se pose pas. Leur action sur les virus et les coliformes fécaux est bonne. Seules les formes de résistances, comme les œufs d'helminthes, ne sont pas trop affectées (**Cauchi et al, 1996**). Le traitement de désinfection par les rayons UV est plus économique et pose moins de problèmes de toxicité que le chlore. Il est largement utilisé dans les moyennes et grandes stations (**Metcalf& Eddy, 2003**).

I.3.5. boues Le traitement des

L'épuration des eaux résiduaires urbaines aboutit à la production régulière de sous-produits constitués par les boues en provenance de décanteurs primaires et/ou secondaires, soit en moyenne 40 à 50 g de matières sèches par jour et par habitant. évacuent en 'Ces derniers s :possibles utilisant trois méthodes

- ❖ La mise en décharge des boues.
- ❖ La valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elles vont servir d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de compost.
- ❖ L'incinération qui présente un intérêt pour les boues auto-combustibles, c'est -à- dire fraîches et déshydratées avant leur évacuation (**USEPA, 1990**).

Les différentes phases du traitement des eaux usées visent à avoir une eau plus moins acceptable pour le milieu aquatique. Grâce aux développements des techniques de traitements, la production des eaux usées issue de l'activité humaine n'est plus un problème, mais une

Source alternative pour une récupération des eaux traitées afin de les réutiliser pour répondre aux besoins croissants dans l'agriculture et l'industrie.

I.4. Les normes de rejets

Les eaux usées collectées dans les réseaux urbains ou celles directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre I, article 2, fixe, en son annexe 1, les valeurs limites de ce rejet. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3.

Avant qu'elles soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, les eaux usées doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre tout type de pollution.

Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration ou elles subissent plusieurs phases de traitement en fonction du flux de leur charge polluante et de la sensibilité du milieu aquatique récepteur.

Tableau I.4. Les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (**Journal officiel de la république algérienne, 2006**).

PARAMETRES VALEURS	LIMITES	UNITES
Température	30	°C
pH	à 8,5 6,5	
MES	35	mg/l
DBO ₅	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l

Aluminium	03	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0,01	mg/l
Nickel total	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et Graisses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg/l
Indice phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	02	mg/l
Composés organiques chlorés	05	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
+III Chrome (*)	03	mg/l
+VI Chrome (*)	0,1	mg/l
organiques Solvants (*)	20	mg/l
actif Chlore (*)	1,0	mg/l
PCB (*)	0,001	mg/l
Détergents (*)	2	mg/l
anioniques Tensioactifs (*)	10	mg/l

(*) Valeurs fixées par le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993.

I.5. épuration'La fiabilité d'une station d

Que signifie-t-il la norme performance ?

Par exemple, si une norme de rejet des effluents traitée est fixée à une telle valeur, cela signifie-t-il que le système de traitement nécessiterait de respecter le plus possible cette norme au cours du temps. Donc une étude sur la fiabilité du système permettra de fournir un taux d'information sur le langage de fonctionnement ou le concept pour répondre à cette question.

La fiabilité des éléments typiques d'un système de traitement des eaux usées est indispensable pour la protection de la santé humaine ainsi du milieu récepteur, cette fonction n'est possible que par le respect des normes règlementaires de rejet.

Les mécanismes de fiabilité participent aussi à progresser la conception capitale de nouveaux systèmes, aident les manipulateurs dans la résolution des peines quotidienne aboutis durant l'exploitation, et fournissent aux dirigeants des informations utiles pour noter les points sensibles et / ou de localiser les parties du procédé de traitement de mandant un perfectionnement approprié. (Megdiche, M, 2004)

I.5.1 stations Défaillance des

Toute défaillance dans l'exploitation des ouvrages augmente les risques de dysfonctionnements et, par conséquent, diminue les potentialités de la station. Les exemples dans ce domaine sont nombreux, mais il convient simplement de rappeler que pour la conduite d'une station d'épuration, un personnel bien informé assurant un suivi régulier reste le meilleur garant de la qualité du traitement. (Mohammadkhani S. S, 2007)

Une défaillance est la forme visible du dysfonctionnement d'un produit, d'un outil de fabrication ou d'un processus étudié. On peut classifier les défaillances selon plusieurs échelles, en trouve :

- Classification des défaillances en fonction des causes.
- Classification des défaillances en fonction du degré.
- Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition.
- Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition et du degré.
- Classification des défaillances par rapport aux conséquences. (Zwingelstein. (1995 ,G

I.5.2 défaillances Arbre de

C'est un diagramme démonstratif qui explique l'effet d'un événement vers le motif d'apparitions avec le concept de trouver toutes les combinaisons des anomalies élémentaires (primaires) pouvant déboucher vers une panne. L'analyse par l'arbre de défaillance est généralement produite dans les études de sûreté de fonctionnement, car elle détermine de façon très claire les liens de dépendance, du point de vue du dysfonctionnement, entre les différents composants d'un système. Cette méthode est capable d'organiser des combinaisons complexes de défaillances. Donc elle est bien adaptée à l'étude des défaillances multiples,

même si elle ne s'intéresse pas à l'impact que peut avoir l'ordre dans lequel les événements sont considérés. La technique de l'arbre de défaillances a pour but de déterminer les diverses combinaisons possibles d'une circonstance qui entraînent la réalisation d'un événement indésirable et cherche à connaître leurs causes possibles. Le résultat est configuré comme une représentation graphique des combinaisons au moyen d'une structure arborescente, comme celle montrée en Figure I.2 Un arbre de défaillances fournit alors une vue synthétique qui représente des interactions entre les composants d'un système du point de vue de la sûreté de fonctionnement. (Guillerm, R, 2011)

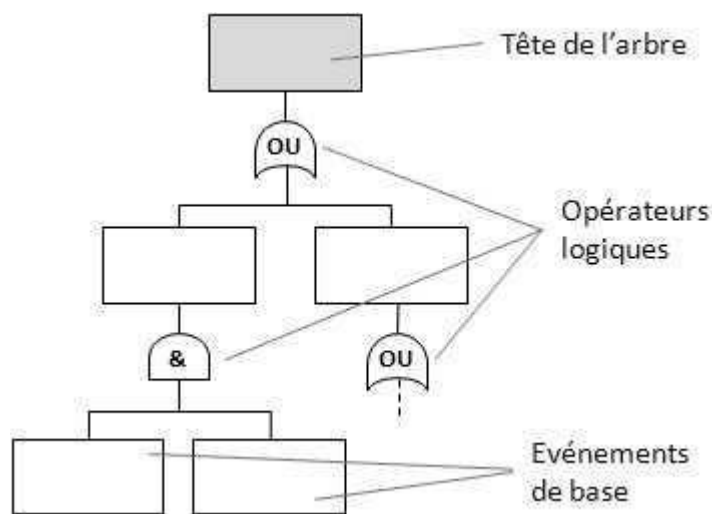


Figure I.2. Schéma d'arbre de défaillance (Guillerm, R, 2011)

Le sommet de l'arbre de défaillance (ADD) représente dans la majorité du temps un événement unique posant sérieusement une question sur la fiabilité et la sûreté de système étudié. Afin de faciliter l'analyse, cet événement indésirable doit être précisément défini. L'arbre de défaillance lui-même est alors formé de niveaux successifs d'événements tels que chaque événement est généré à partir des événements du niveau inférieur par l'intermédiaire de divers opérateurs (ou portes) logiques. Ce processus déductif est poursuivi jusqu'à ce que l'on obtienne des événements dits événements de base : « les feuilles de l'arbre ».

I.5.3 Analyse Des Modes De Défaillance, De Leurs Effets Et De Leur Criticité

L'AMDEC, analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, est une méthode d'analyse performante qui permet de compter de manière totale des risques d'un

processus, d'un produit ou d'un moyen de production. Elle se correspond dans la logique de contrôle des risques. Son principe est de mettre en place des plans d'actions préventives visant à éliminer ou réduire les risques liés au non qualité, à la perte de productivité, la sécurité de l'utilisateur. **(Rodier, J, 2009)**. L'AMDEC se définit comme une « technique inductive d'analyse de système utilisée pour l'analyse systématique des causes, des effets des défaillances qui peuvent affecter les composants de ce système ». Cette méthode est systématique préventive. La méthode AMDEC a été développée aux États-Unis et utilisée depuis les années quarante en spatial et en aéronautique. Depuis sa première mise en œuvre, des adaptations ont été apportées et concernent les AMDEC : produit, procédé, machines, moyens de production et organisationnelles. De très nombreuses normes internationales, nationales et sectorielles ont vu le jour depuis plusieurs décennies. **(Faucher, J, 2004)**. Il existe plusieurs types de méthode d'analyse :

L'AMDEC organisation

L'AMDEC s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires, du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail. **(Guillerm, R, 2011)**

L'AMDEC-Produit

Elle est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'actions correctives sur la conception et préventives sur l'industrialisation. **(Guillerm, R, 2011)**

L'AMDEC-Processus

Elle est utilisée pour étudier les défauts potentiels d'un produit nouveau ou non, engendrés par le processus de fabrication. S'il s'agit d'un nouveau procédé, l'AMDEC-Processus en permettra l'optimisation, en visant la suppression des causes de défaut pouvant agir négativement sur le produit. S'il s'agit d'un procédé existant, elle permettra l'amélioration. **(Guillerm, R, 2011)**

✚ L'AMDEC moyen

Permet d'anticiper les risques liés au non-fonctionnement ou fonctionnement anormal d'un équipement, d'une machine. (Guillerm, R, 2011)

✚ L'AMDEC service

S'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service correspond aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillance. (Guillerm, R, 2011)

✚ L'AMDEC sécurité

S'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci. (Guillerm, R, 2011)

I.5.3.1 Indices de Cotation AMDEC

La criticité ou taux de criticité, est la combinaison de la sévérité d'un effet et de la fréquence de son apparition, ou d'autres attributs d'une défaillance, comme une mesure de la nécessité d'un traitement ou d'une atténuation. L'analyse de la criticité des défaillances a été effectuée à l'aide des grilles proposées par l'outil AMDEC. (Humbert. J, Lhomme. J, 2012, Marey. A, et al, 1997)

La criticité C, déduit par le produit par les indices nominaux F, G.

✓ F :FREQUENCE

La défaillance risque ou s'est produite :

1. Exceptionnellement
2. fréquemment Peu
3. Fréquemment
4. Souvent

✓ G :GRAVITE

La défaillance altère la fonction du sous-système :

1. notablement Pas
2. La fonction est incorrecte, mais reste effective
3. La fonction est incorrecte, et inactif
4. plus existe'fonction n La

✓ C :CRITICITE

$$C = F * G$$

I.6 art'1 Etat de

- Au niveau de la STEP (Käppalaà), un nouveau programme basé sur le Web, aCurve, a été développé afin de répondre aux besoins de la demande de contrôle avancé des processus de fonctionnement de la STEP. Le programme est ce qu'on appelle une application internet riche et accessible via internet et ne nécessite aucune installation sur le bureau. Les principales caractéristiques du programme sont une présentation rapide des graphiques, un zoom facile, changer la résolution, effectuer des calculs et tracer les résultats et des statistiques simples. Si des calculs avancés sont acquis, les données sont facilement exportées en tant que fichier XLSX pour une utilisation dans Microsoft Excel ou un autre logiciel capable de lire le fichier sous le format Office Open XML SpreadsheetML.

En appliquant cette approche les besoins de nombreux profils différents dans l'organisation de la STEP de Käppala ont été résolus : Un nombre illimité des utilisateurs pouvaient accéder aux données du serveur PGIM (Gestion d'informations et production d'énergie), les coûts sont négligeables par rapport aux applications bureautiques traditionnelles les rapports automatiques pouvaient facilement être créés dans Microsoft Excel et fournis au personnel en dehors de l'unité d'exploitation pour suivre les performances du processus. Les données Depuis la mise en œuvre de la courbe aCurve et la procédure d'assurance pour la notification aux autorités s'est améliorée. **(2016, Thunberga. A, et al)**

- Dans la STEP d'Eindhoven (Hollande) le projet Kallisto et en particulier le développement du modèle WWTP est illustré.

Le projet «Kallisto», est un programme d'innovation visant à une amélioration intelligente de la qualité des eaux de surface de la rivière de Dommel, en appliquant des mesures de système intégré rentables, le modèle de la STEP doit être amélioré pour prévoir les performances de la STEP dans toutes les conditions prévues.

Une approche du projet a été développée avec des améliorations parallèles dans les différents sous-modèles, basée sur l'interaction entre les sous-modèles et la disponibilité de plusieurs capteurs en ligne en affluents, processus et en effluents.

Des données de haute qualité et quantité (1 à 10 minutes) sont collectées à plusieurs endroits pour prendre en charge le modèle.

Pour utiliser des modèles dans la prise de décision, il est très important que les modèles prédisent de manière fiable le processus dans toutes les conditions prévues. Par conséquent, les différents sous-modèles doivent être bien équilibrés et calibrés séparément pour éviter le mauvais ajustement des autres sous-modèles. Ce dernier est le cas dans le modèle de la STEP mais est également le cas pour le modèle du système d'eau intégré. En effet, le modèle intégré comprend le modèle de captage, d'assainissement, de STEP et de qualité de la rivière, devrait être fiable dans diverses conditions afin de prendre des décisions scientifiquement fondées. Une fois que des modèles intégrés fiables sont construits, ils seront un outil important dans la prise de décision. (Cierkensa, K, et al, 2012)

- Une première usine pilote à grande échelle dotée d'une technologie Seaborne modifiée a été construite à la STEP de Gifhorn en Allemagne. Le procédé Seaborne sépare les nutriments des boues d'épuration et produit un engrais de haute qualité sans métaux lourds ni polluants organiques.

L'objectif prioritaire du suivi technique et scientifique est de déterminer l'efficacité du procédé. Cela comprend le suivi de la consommation des ressources ainsi que la qualité et la quantité de l'engrais produit. De plus, l'influence de cette technologie sur le fonctionnement de la STEP sera étudiée. Les bilans massiques des flux de nutriments et de polluants établis avant le début de l'exploitation seront utilisés comme valeurs de référence pour les comparer avec les futurs résultats. Les concentrations des polluants organiques et inorganiques dans les boues digérées ont été déterminées avant que les boues ne soient introduites dans le procédé Seaborne. Les valeurs de référence obtenues seront ensuite comparées aux résultats de mesure obtenus du procédé Seaborne.

Ainsi, la redistribution de la charge dans les flux de matières de la STEP sera déterminée. Depuis lors, aucun fonctionnement stable de la technologie maritime à grande échelle n'a été réalisé, il n'a pas été possible de réaliser le programme de mesure. Par conséquent, des valeurs de référence pour les flux de nutriments obtenues à partir des bilans massiques primaires ont été utilisées pour calculer les bilans massiques attendus après la mise en œuvre de la technologie maritime pour la station d'épuration, afin de pouvoir estimer une éventuelle redistribution de la charge dans les flux de matières de la station d'épuration.

Une première estimation des bilans nutritifs dans les flux de matières du procédé Seaborne modifié pourrait déjà être effectuée. Alors que le phosphore ne précipitera que dans l'unité

NRS 1 (Système d'élimination des nutriments), l'azote sera éliminé du flux de matière dans les deux unités NRS. Selon cela, une diminution de 85 à presque 100% de la charge de retour des éléments nutritifs vers l'entrée de la STEP est possible. La concentration moyenne des métaux lourds dans sept échantillons aléatoires de boues digérées épaissies s'est avérée inférieure aux normes allemandes. **(Günther, L, et al, 2008)**

- Afin de prédire les performances de la station d'épuration de Nicosie trois modèles non linéaires différents basés sur l'intelligence artificielle ont été appliqués : alimentation de réseau neuronal (FFNN), système d'inférence neuronal floue adaptative (ANFIS), machine à vecteur de support (SVM) et une méthode classique de régression multi-linéaire (MLR) en termes d'effluents biologiques : la demande en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO) et l'Azote total (NT), les performances de la STEP ont été étudiées selon ces paramètres en sortie en raison de la disponibilité des données. Les données quotidiennes ont été utilisées pour développer des modèles simples afin d'améliorer la capacité de prédiction des méthodes. La comparaison des modèles a montré que l'ANFIS était meilleure que les autres modèles durant les phases d'étalonnage et de vérification.

Le modèle SVM s'est avéré plus fiable que le MLR. De plus, à l'étape de vérification de la modélisation d'effluent DBO, les modèles ont montré des performances plus précises jusqu'à 10%, 15% et 16% des modèles FFNN, SVM et MLR, respectivement. Dans la phase de vérification de l'ensemble des prédictions, SAE, WAE et NNE ont augmenté l'efficacité de la modélisation de l'intelligence artificielle jusqu'à 14%, 20% et 24%, respectivement pour la prévision de DBO et environ 5% pour les prévisions des DCO et NT. **(Vahid, N, et al, 2018)**

- Une méthode de purification écologique a été utilisée pour un traitement ultérieur des eaux usées traitées dans la STEP de Caoqiao. C'est un programme d'épuration écologique qui comprend une plante émergée (Eme.), une plante submergée (Sub.) et une corde biologique (Bio.). le model peut simuler un certain nombre des paramètres de la qualité de l'eau. Les paramètres d'élimination des polluants déterminés à partir de l'expérience ont été saisis dans un modèle QUAL2K pour simuler la qualité de l'eau en aval du canal d'effluent traité.

Les Taux d'élimination respectifs de l'azote total et du phosphore total de l'Eme., Sub. Et de Bio est de 32,48 à 37,33% et de 31,63 à 39,86% en été, de 14,12 à 33,61% et de 17,74 à 23,80% en automne, et de 14,13–18,03% et 10,05–12,75% en hiver, avec un temps de

réaction de 1 jour. Combinaisons optimales pour l'été, l'automne / printemps et l'hiver sont respectivement Eme +Bio., Eme + Bio + Sub. et Sub + Bio.

Les taux Simulés de réduction de la charge d'azote total et de phosphore total pour le canal des effluents traités étaient de 42,64– 78,40% et 30,98–78,29%, respectivement, toute l'année avec un temps de réaction de 2,5 jours. La technologie de purification écologique a montré une efficacité et des taux d'élimination du Phosphore dans des conditions dynamiques à différentes saisons. **(2015 ,Wenting, Z, et al)**

- La station d'épuration de Marrakech (Maroc) a utilisé la technologie des boues activées pour le traitement des eaux usées afin de caractériser dans un premier temps la qualité physico-chimique de l'effluent brut de la STEP et d'évaluer dans un deuxième temps les performances du traitement primaire (TP). Les analyses physico-chimiques sont effectuées quotidiennement sur des échantillons composites de 24 heures prélevés automatiquement toutes les heures. Les échantillons sont prélevés au niveau de trois points : à l'entrée de la STEP, à la sortie du traitement primaire et à la sortie du traitement secondaire.

Les paramètres suivis sont : Débit, pH, Température, Conductivité, DBO₅, DCO, MES, NTK et Pt.

L'analyse des échantillons se fait selon les méthodes standards internationales.

Les résultats du suivi montrent que le traitement primaire élimine 30 à 50 % des matières en suspension et réduit d'environ 40 % la DBO₅ et la DCO. Le traitement secondaire de la STEP révèle que les rendements d'élimination de la pollution de la DCO, la DBO₅, la MES, le NTK et le Pt sont respectivement de 90%,95%, 80%, 85% et de 55%. Les valeurs maximales des concentrations des indicateurs de pollution à la sortie du traitement biologique sont enregistrées le mois d'avril. Les eaux épurées à la sortie du traitement secondaire hormis le Pt, possèdent une qualité conforme aux normes requise pour les rejets dans le milieu récepteur. **(Merieme, T, et al,2015)**

Pour évaluer la performance épuratoire de la STEP de type lagunage a boues activées située dans la ville de Skhirat de la région Rabat-Salé-Kenitra des analyses et des échantillonnages ont été réalisés mensuellement au cours de l'année 2013 suivi par des analyses physico-chimiques spécifiques en termes de la DBO₅, DCO et MES

L'analyse statistique était le Test t pour deux échantillons appariés /Test unilatéral à droite par le logiciel Xlstat version 2014 pour essai gratuit. Cette analyse nous a donné une

différence supérieure à 0 entre les moyennes des paramètres physico-chimiques de DCO,

DBO₅ et la MES à l'entrée et à la sortie de la STEP de Skhirat. Ce test est significatif à p-value 0,0001 en rejetant l'hypothèse nulle en acceptant l'hypothèse alternative ; ce qui nous explique que l'abattement de cette station est efficace. En parallèle, les ratios de DCO/DBO₅ et DBO₅/DCO enregistrés se concordent avec le fonctionnement continu et conforme au système de traitement biologique. (2017 ,Lakhlifi, M et al)

- Ces dernières années, la qualité des eaux dans le monde s'est considérablement détériorée en raison des rejets incontrôlés de déchets industriels et agricoles. Ceux-ci produisent une modification chimique de l'eau et la rendent inadaptée aux utilisations souhaitées (Meriem, T, et al, 2015; Rouabhia, A, et al, 2010). Au niveau de l'ouest de l'Algérie, les activités industrielles se développent et leurs déchets sont déversés directement dans le réseau d'assainissement sans aucun traitement (Reggam, H, et al, 2015). Ces actions affectent directement la qualité de l'eau et serviraient d'indicateurs biologiques de pollution (Merzoug et al, 2010). Les eaux usées de toutes les wilayas contiennent des concentrations importantes de micropolluants organiques, de nutriments et de métaux lourds toxiques qui provoquent une dégradation considérable de la qualité de son eau (Debieche, T, 2002). L'objectif de ce travail est d'étudier certains paramètres sélectionnés (DBO₅, DCO, MES, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, T°, pH, NTK et PO₄³⁻) dans plusieurs échantillons d'eaux usées traitées de la station de traitement des eaux usées (STEP) située dans l'ouest d'Algérie, et d'étudier l'approche d'optimisation pour le fonctionnement de cette usine basée sur l'analyse de ces performances et défaillances.

I.7 Conclusion

On peut dire qu'à partir d'une eau usée et grâce aux procédés de traitements, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualités différentes. A chacune de ces qualités peut correspondre un usage particulier. Il est clair que les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont actuellement considérés comme non dangereux.

CHAPITRE II

Description Générale des Stations d'Épurations

CHAPITRE II : Description Générale des Stations d'Épurations

II.1. Introduction

Afin de déterminer la qualité des eaux épurées par le type boues activés, nous avons choisi 03 zones d'étude dans l'ouest Algérien à savoir : Terga (d'Ain Témouchent) , Ain Bouchekif (Tiaret) , Ain El Houtz (Tlemcen).



Figure II.1 Vue de dessus (Google Earth, 2020) de la situation Géographique des stations d'épuration

II.2. épuration'd Localisation des stations

II.2.1. Station d'épuration Terga (Ain Témouchent)

La nouvelle station d'épuration d'Ain Témouchent est située sur le côté nord de la ville, ou voisinage de la route nationale RN01 vers Terga, elle est limitée à l'est par le poste

CHAPITRE II Épurations>Description Générale des Stations d

police de la ville, au sud par la route nationale RN02 (vers Oran), au nord par l'oued Senanne, à l'ouest par des habitations, mise en service en 2013. Actuellement elle est gérée et exploitée par l'office national de l'assainissement.

Les coordonnées de localisation géographique selon le système GPS sont :

- "02.9'20"35 Latitude : N
- 22.3'08 Longitude : W 1°

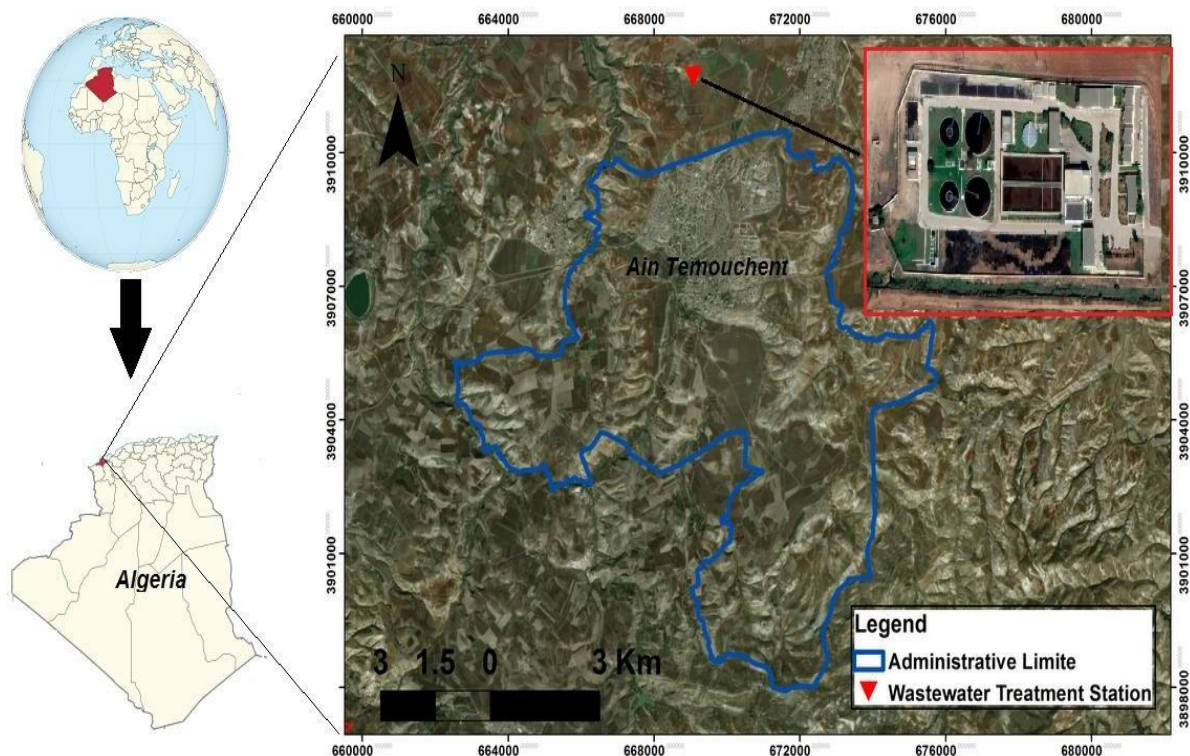


Figure II.2. Localisation géographique de la station TERGA

II.2.2. Station d'épuration Ain Bouchekif (Tiaret)

La STEP est localisée dans la commune d'Ain BOUCHEKIF, située à 4,5 km de la ville de Tiaret. Elle est accessible par la route qui débouche directement dans le chemin wilaya N° 07. Cette zone est caractérisée par une activité agricole et par la présence d'Oued NOURIA qui verse directement dans le barrage DAHMOUNI. Les eaux usées (d'origine domestique et pluviales) arrivent à l'ouvrage par gravité grâce à un réseau de différents collecteurs (cinq collecteurs principaux) et deux stations de relevage (Oued tolba et Ain Bouchekif).

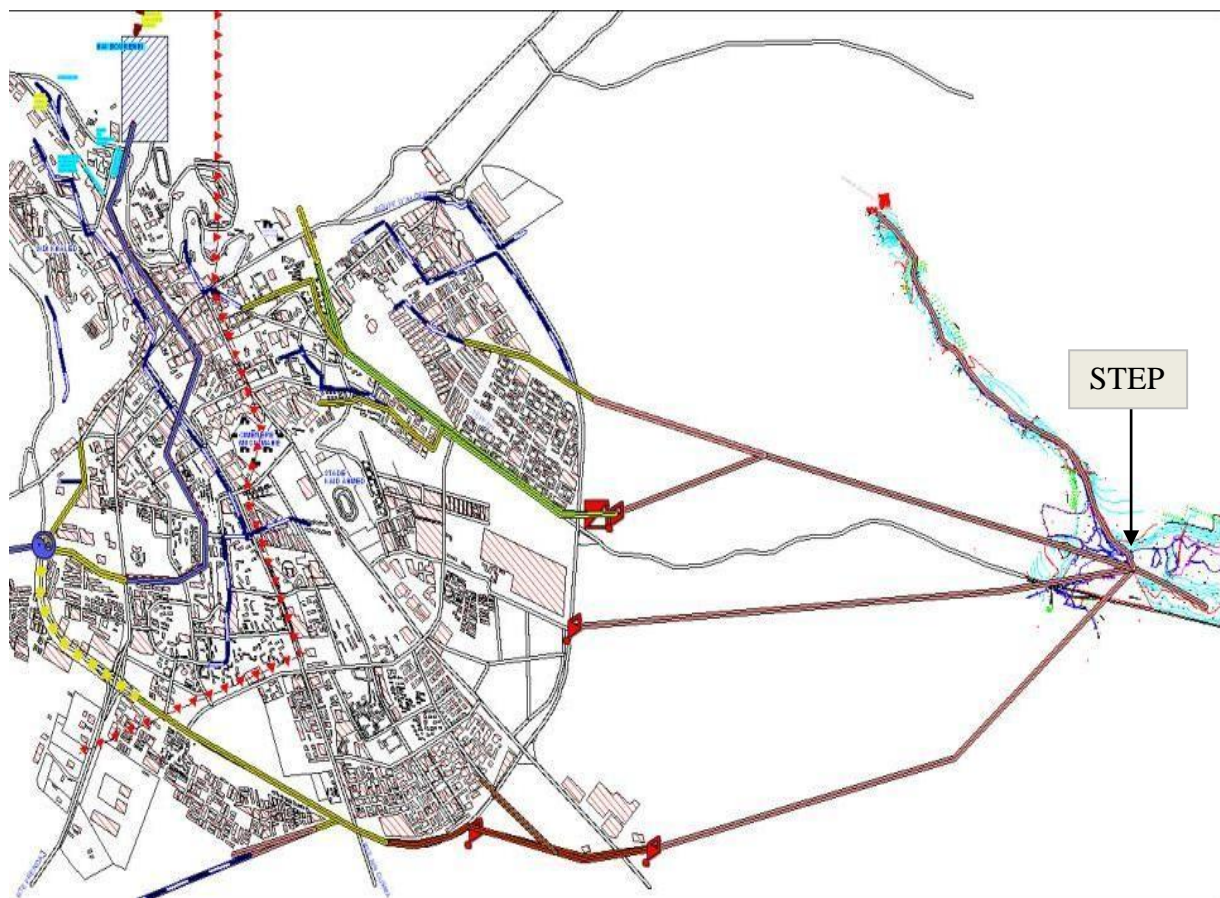


Figure II.3. Localisation géographique de la station d'Ain BOUCHEKIF

II.2.3. (Tlemcen) épuration Ain El Houtz'Station d

La station d'épuration de la ville de Tlemcen se situe à l'ouest de la Daïra de CHETTOUANE sur la route d'Ain El Houtz. Elle a été réalisée par l'Entreprise Hydrotraitement, mise en service le 05 Novembre 2005 gérée et exploitée actuellement par l'Office National de l'Assainissement.



Figure II.4. Localisation géographique de la station d'Ain El Houtz

II.3. Caractéristiques techniques et spécifiques des Stations

Nous nous sommes basés sur trois stations d'épuration de même types situées à l'ouest de l'Algérie. Les données de base des stations (qualité eaux usées, volume, leur capacité en équivalent Habitant ((Eq/hab.), surface du site occupée, ...) sont résumées dans le tableau suivant :

CHAPITRE II Épurations>Description Générale des Stations d

Tableau II.1. Les données de base des stations d'épuration étudiées

	Horizon	Débit j/M³ (Equivalen / t Habitant (Eq/hab)	Qualité des eaux traitées	Surface Hectares) (Date de mise en service	Type de process	Etablissements
Station d'épuration Terga (Ain Témouchent)	2030	10920	119000	Domestique	12	2013	Boues activées à faible charge	ONA (Ain Témouchent) 2014
Station d'épuration Ain Bouhekif (Tiaret)	2030	38000	390000	Domestique	10	2008	Boue activée moyenne à charge	ONA (Tiaret) 2009
Station épuration 'd Ain El Houtz (Tlemcen)	2025	30000	150000	Domestique	17	2005	Boues activées à faible charge	ONA (Tlemcen) 2005

II.4. Présentation de la filière de traitement des stations

II.4.1. Station d'épuration Terga (Ain Témouchent)

II.4.1.1. eaux Filière de traitement des

Les principaux objectifs de projet sont d'intercepter et d'épurer les eaux d'origine domestiques principalement afin de contribuer à l'assainissement des eaux et cela, dans l'esprit de préservation des ressources et de valorisation des résidus. Elle est du type biologique à boues activées à faible charge avec un traitement tertiaire pour l'élimination du phosphore.

Les boues seront épaissies et déshydratées sur les filtres à bande et les lits de séchage. La STEP est entièrement automatisée de façon à fonctionner 24 heures/24 et 7 jours /7, avec une présence d'une équipe complète 8 heures /jours pendant 5 jours /semaine. Toutes les équipes sont munies d'au moins une unité de réserve opérationnelle, avec démarrage automatique de la réserve, soit en cas de défaillance totale, soit pour pallier un manque accidentel dans les paramètres (pression, débit, etc. ...).

La filière de traitement des eaux usées de la station de Ain Témouchent est constituée de :

II.4.1.1.1. orage'd Déversoir

Le déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP a une longueur de 6 mètres. De ce déversoir les eaux usées diluées seront véhiculées gravitairement vers la STEP (puits de réception) par une conduite de diamètre 800 mm en béton et sur une longueur de 250 mètres. Les eaux surplus, seront déviées latéralement vers l'oued par le biais d'un canal.



Figure II.5. Déversoir d'orage (Terga)

II.4.1.1.2. Prétraitement

Le prétraitement comporte les procédés suivants :

a) Dégrillage

- secours Grille verticale mobile de

Avant la grille grossière, on a prévu une barrière de translation verticale à utiliser uniquement en période d'entretien de la grille mécanisée. Les manœuvres d'abaissement et relevage de la barrière de secours sont assurés par un treuil manuel. La grille verticale de secours est réalisée en acier galvanisé (largeur utile 850 mm, hauteur 1000 mm, épaisseur des barreaux 15 mm, espacement des barreaux 35 mm).

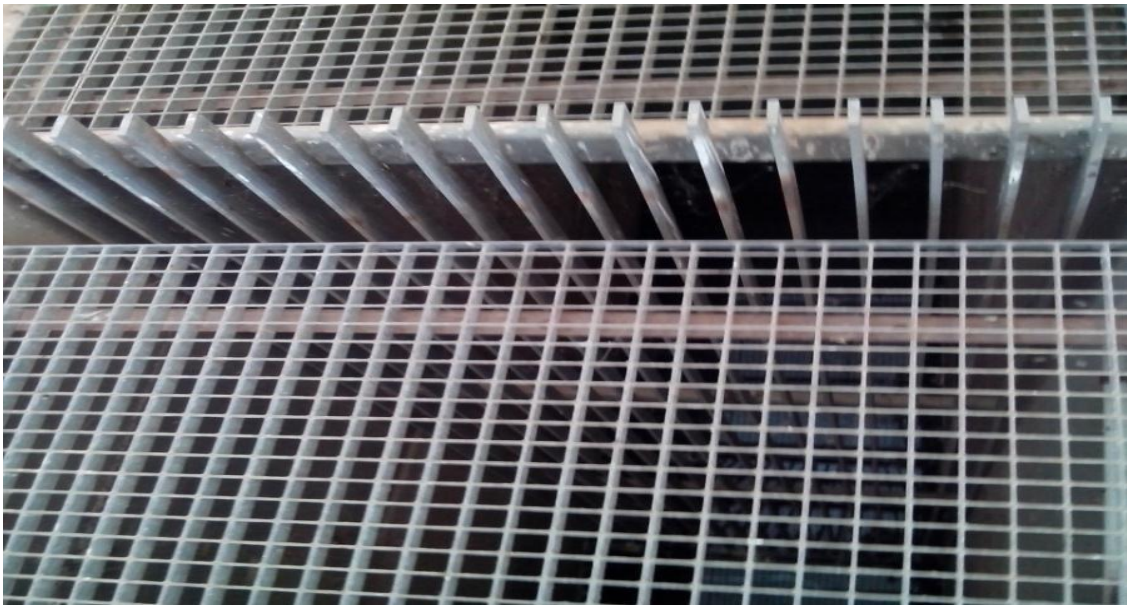


Figure II.6. Grille verticale manuelle (Terga)

➤ Grille mécanisée grossière

La grille mécanique grossière motorisée pour le prétraitement est du type vertical, elle est réalisée en AISI 304 et fonctionne automatiquement suivant l'augmentation de niveau amont (largeur 1000mm, espacement des barreaux 35 mm, épaisseur des barreaux 15 mm).



Figure II.7. Grille mécanisée grossière (Terga)

b) sable Piège à

Le piège a pour but de récupérer à travers une série d'ouvertures les éléments qui par l'effet de leur poids et dimensions se déplacent dans le fond du canal. Par gravité les corps retenus sont récupérés dans une trémie située au-dessous du canal et évacués par une pompe vers le laveur de sables. Le volume de piège à sable est de $7,86 \text{ m}^3$, avec 7 trous rectangulaires de 8 mm de largeur et 900 mm de longueur positionnés d'une manière orthogonale au flux des eaux. Il est équipé de deux pompes pour l'extraction des sables, et un capteur pour détecter le niveau des sables décantés.



Figure II.8. Piège à sable (Terga)

c) motorisées Grilles fines

Les deux grilles fines sub-verticales sont installées, dont l'inclinaison est de 85° , la largeur est de 1000 mm, l'espacement entre les barreaux est de 3 mm, la hauteur de déchargement par rapport au fond du canal est de 4,5 mm, avec la possibilité de fonctionner simultanément ensemble dans le cas du débit égal à $3Q_{24}$.



Grille fine (Terga) .Figure II.9

d) ultrason Contrôle de débit à

En amont de la station de relevage, est installé un débitmètre qui a la fonction de contrôler les débits maximaux et minimaux qui sera placé dans un compartiment adjacent au bloc de la station cet appareil peut aussi exclure ou insérer une ligne biologique en fonction de débit entrant à la station.



Figure II.10. Débitmètre à ultrason (Terga)

e) relevage Poste de

Le poste de relevage est constitué par 4 pompes submergées dont trois en service et une en réserve, leur prestation est apte à satisfaire le maximum du débit $3Q_{24}$ ayant chacune un débit de $500 \text{ m}^3/\text{h}$ et un rendement égal à 70%.



Figure II.11 Poste de relevage (Terga)

f) Répartiteur de débit à l'entrée des dessableurs

A l'entrée de dessableurs - dégraisseurs et dans le même ouvrage, est prévue une zone de répartition de débit entre les deux lignes de dessablage. Les dimensions de ce compartiment, de répartition sont les suivantes : longueur 8,9 m, largeur 2,5 m et une hauteur de 1,8 m

g) déshuileurs– Dessableurs

Les deux dessableurs - déshuileurs installés sont aptes à satisfaire le rejet jusqu'au 2030 avec un volume de 120 m^3 chacun, une largeur de 5,7 m, une hauteur de 5 m, une superficie utile de 10 m^2 et une longueur de 12 mètres. Les sables et les graisses sont récupérés au moyen d'un pont mobile motorisé équipé d'un racleur de fond pour les sables. Les éléments flottants de même que les huiles sont évacués au moyen d'un pont racleur dans deux bassins

CHAPITRE II Épurations'Description Générale des Stations d

de stockage ayant une capacité de 20 m³ (2×2×5 mètres) chacun, incorporés dans le coté aval des dessableurs. Le sable décanté dans le fond du bassin est déplacé par raclage dans la fosse située à l'entrée des dessableurs. Une pompe pneumatique récupère par intermittence les sables en les refoulant dans un dispositif de lavage. Le temps de rétention prévu pour un débit moyen étant de 25 minutes, et un rendement de 98,5 % pour des granulométries comprises entre 0,12 et 0,16 mm, les deux compresseurs pour le fonctionnement du système « air lift » sont situés dans un local incorporé dans la partie inférieure des dessableurs vers l'entrée des eaux.



Figure II.12. Dessableur –déshuileur (Terga)

II.4.1.1.3. biologique Traitement

Les eaux provenant de dessableur –dégraisseur, sont réunies dans le canal de distribution avec la liqueur aérée avant de pénétrer dans le bassin de dénitrification.

a) aération'd Bassins

La dénitrification biologique peut être définie comme un processus à travers lequel les microorganismes réduisent les ions du nitrate et de l'azote gazeux (N₂). Ce phénomène étant

CHAPITRE II Épurations'Description Générale des Stations d

présent avec le processus principal de l'élimination du DBO₅, dans les installations de traitement biologique à boues activées. Dans la nouvelle STEP d'Ain Témouchante, il existe deux bassins de dénitrification, dont les dimensions sont : hauteur utile 4,75 m, largeur 20 m, et une longueur de 22 mètres.



Figure II.13. Bassin d'aération (Terga)

Le processus de dissimilation des nitrates survient à travers une série de réactions complexes de catalyse des enzymes en deux étapes :

- Dans la première, les nitrates sont réduits en nitrites, dans la deuxième les nitrites sont réduits en azote gazeux (N₂). Au cours de cette section les eaux usées sont soumises à une forte agitation à l'aide d'une série de mélangeurs agissant en contre-courant. Ce type d'appareil dérive par sa conception des pompes submersibles, il présente des caractéristiques de mélange optimal.
- Les eaux sortantes du bassin de dénitrification débordent le mur de séparation qui fait la fonction de déversoir pour obtenir un déplacement uniforme sur toute la largeur du bassin. Sur le fond de bassin est prévu un réseau des diffuseurs d'air de type à membrane ayant une porosité de 60 μ avec utilisation du système poreux à base de matière élastique (EPDM). Pour chaque bassin il existe un compresseur d'alimentation d'air à vitesse fixe (débit d'air 4700 m³/h), et un deuxième à débit d'air variable de

CHAPITRE II Épurations'Description Générale des Stations d

2350 à 4500 m³/h équipé d'un convertisseur de fréquence asservi à l'instrument de la mesure de l'oxygène dissous.

b) (unités Décanteur secondaire (02

La nouvelle STEP d'Ain Témouchante dispose de deux décanteurs secondaires circulaires à traction périphérique ayant pour chacun un diamètre de 25 mètres et une hauteur totale de 4,4 mètres. :équipé Le décanteur est

- fond un racleur de 'D
- D'un déflecteur central de distribution radiale
- D'une lame superficielle pour l'évacuation des écumes vers la boîve à écumes reliée à un puits
- Une pompe mobile assura l'évacuation de ces écumes avec les huiles et les graisses



Figure II.14. Décanteur secondaire (Terga)

Les eaux clarifiées contenant une masse en suspension de 30 mg/l environ, par contre la plus grande partie de phosphore reste présente dans les eaux clarifiées, c'est pour cela que les eaux à la sortie des clarificateurs doivent subir un traitement tertiaire.

II.4.1.1.4. tertiaire Traitement

Les eaux venant des clarificateurs sont dirigées vers un puits répartiteur, elles sont mélangées avec le chlorure ferrique par l'intermédiaire d'un agitateur rapide, puis elles seront séparées et dirigées chacune vers le clarifloculateur pour la précipitation du phosphore sous forme des boues chimiques.

a) Clarifloculateur Le

La nouvelle station d'Ain Témouchante comporte deux clarifloculateur circulaires à traction périphérique avec un agitateur du type lent, qui ont pour chacun un diamètre de 22 mètres et une hauteur totale égale à 4 mètres.



Clarifloculateur (Terga) .Figure II.15

b) désinfection Bassin de

Notre installation contient un bassin de désinfection dont les dimensions sont : une hauteur de 2,75 m, une largeur de 5 m, et une longueur de 23 mètres, on utilise comme réactif pour la désinfection l'hypochlorite de sodium (NaClO). La solution de l'hypochlorite de sodium est un produit instable, mais sa décomposition peut être contrôlée en augmentant la valeur du pH jusqu'au 11, en évitant la présence des ions métalliques qui ont l'effet de catalyseur de la décomposition. Même pour un local isolé thermiquement et à l'abri de la lumière, le temps de stockage doit être limité à 60 jours maximaux.



Figure II.16. Bassin de désinfection (Terga)

II.4.1.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues

II.4.1.2.1. excès Recyclage et évacuation des boues en

On soustrait les boues activées du fond de clarifloculateur et on les renvoie en tête de traitement biologique, afin de régénérer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs. L'opération de recyclage est assurée pour chaque ligne par une pompe submergée et une deuxième pompe de réserve, placées dans un puits, les caractéristiques de ces pompes sont les suivantes : débit unitaire $466 \text{ m}^3/\text{h}$, hauteur manométrique 6,5 m. Dans chaque ligne de recyclage est placé un débitmètre à induction électromagnétique accouplé à une vanne motorisée pour permettre la possibilité d'adapter le débit de recyclage en fonction de celui à l'entrée de la STEP.

II.4.1.2.2. Epaissement des boues biologiques et chimiques

Les boues en excès sont dirigées vers un épaisseur circulaire dont le diamètre est de 16 m, et la hauteur utile totale est de 4,5 mètres. On applique la mécanisation dans la cuve à radier à faible pente, c'est-à-dire un système de raclage et d'agitation lente dont le rôle est double :

CHAPITRE II Épurations'Description Générale des Stations d

- Faciliter le glissement des boues vers la fosse centrale d'où elles sont extraites.
- Permettre le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus dans les boues.



Epaisseur (Terga) .Figure II.17

II.4.1.2.3. Déshydratation des boues

La déshydratation constitue la deuxième étape de réduction de volume des boues au cours de laquelle on réalise sur les boues concentrées, stabilisées ou non une élimination plus au moins poussée de leurs humidité résiduelle. Au niveau de notre STEP on traite la déshydratation des boues par lits de séchage et par bande presseuse.

a) séchage Lits de

La station comporte 6 lits de séchage, dont les dimensions de chaque lit sont les suivantes : une longueur de 20 mètres, et une largeur de 5 mètres. La surface de séchage est dimensionnée pour une capacité de production de 0,2 à 0,6 Kg MS/m² jour, la durée de séchage est d'environ 4 à 6 semaines, mais elle peut atteindre 3 à 4 mois dans des conditions météorologiques défavorables.



Figure II.18. Lits de séchage (Terga)

b) (unités Bande presseuse (2

La déshydratation des boues est conduite sur filtres à bandes presseuses classiques. Il existe deux bandes presseuses dans un local de déshydratation approprié, chaque bande a une largeur de toiles de 2500 mm, et une capacité de séchage des boues de 240 Kg MST/h mètre de largeur, pendant une période de fonctionnement de 8 heures par jour, en travaillant 5 jours par semaine.



Figure II.19. Bande presseuse (Terga)

CHAPITRE II Épurations>Description Générale des Stations d

II.4.1.3. base Données de

Les aspects fondamentaux maintenus pour le dimensionnement de la station d'épuration de la ville d'Ain Témouchante sont conformes aux charges définies dans le dossier d'appel d'offre et sont synthétisés dans les tableaux suivants :

Tableau II.2. Données de la charge polluante de la STEP Terga (ONA, Ain Témouchent)

Désignation	Production spécifique	Horizon 2015 (Kg/j)	Horizon 2030(Kg/j)
MES décantables	g/j/hab 60	4365	5400
DBO ₅	g/j/hab 50	3640	4500
DCO	g/j/hab 90	6552	8100
NTK	g/j/hab 12	873	1089
Phosphore	g/j/hab 6	436	540

Tableau II.3 Concentrations des polluants à l'entrée et à la sortie de la STEP de Terga

Désignation	entrée'Concentration à l	Concentration à la sortie
MES décantables	(mg/l) 400	(mg/l) 30
DBO ₅	(mg/l) 333	(mg/l) 30
DCO	(mg/l) 600	(mg/l) 90
NTK	(mg/l) 80	(mg/l) 10
Phosphore	(mg/l) 40	(mg/l) 2

II.4.2. (Tlemcen) épuration Ain El Houtz'Station d

II.4.2.1. eaux Filière de traitement des

La filière eau représente les différentes étapes de traitement des eaux usées depuis leur entrée à STEP jusqu'à leur sortie. On distingue : le prétraitement, le traitement biologique, les traitements de finition.

II.4.2.1.1. orage'd Déversoir

On trouve le déversoir d'orage : Il est dimensionné pour prendre en charge un maximum de 3300 m³/h. la figure II.20 montre une photo de déversoir d'orage de la STEP.



Figure II.20. Déversoir d'orage (Ain El Houtz)

II.4.2.1.2. Prétraitement

Afin de protéger les équipements mécaniques, la plupart des stations d'épuration sont équipés avec des prétraitements physiques. On distingue deux phases : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

a) Dégrilleurs

Le dégrillage constitue la première étape de traitement des eaux usées, qui permet d'éliminer toutes sortes de composés secondaires de grande taille susceptible de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.

➤ Grille grossière manuelle (1unité) comme le montre la figure II.21 :

-Largeur de la grille : 1,8 m

-Inclinaison : 70 %

-Écartement entre les barreaux: 50 mm



Figure II.21. Grille grossière manuelle (Ain El Houtz)

➤ Grille mécanisée (2 unités) montré dans la figure II.22 :

- Largeur de la grille : 1,0 m
- Profondeur du chenal : 1,5 m
- Écartement entre les barreaux : 20 mm
- Puissance du moteur : 0,37 kw



Figure II.22. Grille mécanisée (Ain El Houtz)

Les déchets collectés par le racleur au niveau du dérailleur fin et grossier sont acheminés vers un vise qui en bougeant, déverse ces déchets dans une benne pour être ensuite transférés vers la décharge.

b) (unités déshuileur (2-Dessableur

Sous forme trapézoïdale, le dessableur déshuileur est équipé d'un pont suceur et écumeur et a pour dimensions :

-Longueur : 26m

-Largeur : 4m



Figure II.23. Dessableur-déshuileur (Ain El Houtz)

C'est la phase qui permet d'extraire des eaux usées tout ce qui est sable ou gravier, qui sont des composés à base de silice pouvant provoquer l'érosion des pompes, des tuyaux et des vannes, et aussi de perturber les stades de traitement en aval, d'où la nécessité d'une sédimentation gravitaire de ces grains.

Le déshuilage s'effectue au même temps que le dessablage, ces deux opérations se combinent dans un dessableur aéré. Il permet l'extraction des huiles et des graisses qui sont difficilement biodégradables. A cause de leur densité inférieure à celle de l'eau, ces huiles et graisses seront flottés à la surface des eaux.

Le principe consiste à aérer les eaux usées afin que les bulles d'air coagulent avec les particules de l'huile et de la graisse pour les faire flotter à la surface, d'où vient le rôle du racleur qui permet de pousser la graisse vers les trémies où elle sera aspirée par une pompe qui la déverse à son tour dans la bache à graisse.

Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations. Leur

élimination est essentielle également pour limiter les problèmes de rejets de particules graisseuses, les difficultés de décantation ou les perturbations des échanges gazeux. Une fois le prétraitement est achevé, les eaux prennent chemin vers le traitement biologique.

III.4.2.1.3. Traitement biologique

a) aération'd Bassins

Il 'y a quatre bassins comme on peut les voir dans la figure II.24, Chaque bassin a une forme rectangulaire de dimension suivant :

- Volume : 4723 m³
- Longueur : 55,5 m
- Largeur : 18,5 m
- Profondeur d'eau : 4,6 m
- Hauteur béton : 5,6 m



Figure II.24. Bassins d'aérations (Ain El Houtz)

b) Clarificateur

Les deux clarificateurs de la station dans la figure II.25 sont équipés pour chacun de :

- Pont racleur à vitesse de rotation 0,04 m/s
- Sont de forme circulaire
- Diamètre : 46 m
- Surface : 1661 m²
- Profondeur d'eau : 4 m en périphérie



Figure II.25. Clarificateurs (Ain El Houtz)

c) chloration Bassin de

Il est en béton armé (figure III.26) et d'un volume de l'ordre de 700 m³.



Figure II.26. Bassins de chloration (Ain El Houtz)

II.4.2.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues

Un poste de relevage des boues avec 3 vis d'Archimède (figure II.27).



Figure II.27. Vis relevage des boues (Ain El Houtz)

a) Épaississeur

Il est en béton armé et a un pont support de la tête tournante avec moteur et réducteur ;

-Diamètre : 14 m

-Hauteur utile : 04 m

-Pente de fond : 1/10



Figure II.28. Epaississeur (Ain El Houtz)

b) séchage Lits de

Quatorze lits de séchage chaque lit prend les dimensions suivantes :

- m 30 :Longueur
- m 15 :Largeur



Figure II.29. Lits de séchage +Aire de stockage (Ain El Houtz)

II.4.2.3. base Données de

La station d'épuration de la ville de Tlemcen a été dimensionnée sur la base des données montrées dans le tableau II.4.

Tableau II.4. Base de données de dimensionnement de la STEP de Ain El Houtz (ONA, Tlemcen)

Population	EQ/HAB 150000
Débit journalier	j/m ³ 30000
Débit de pointe horaire admis au traitement	h/m ³ 800 3
journalière DBO ₅	kg/j 9300
Matière en suspension	kg/j 13950
Azote à nitrifier	kg 980 1
L'équivalence calculée sur la DBO	EQ/HAB 172000

CHAPITRE II Épurations'Description Générale des Stations d

II.4.3. Station d'épuration Ain Bouchekif (Tiaret)

II.4.3.1. eaux Filière de traitement des

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boue activé de moyenne charge à l'aide d'aérateur de surface a vitesse lente, l'eau entrant à la station passe en premier lieu par :

II.4.3.1.1. orage'd Le déversoir

Un déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP déverse le surplus de débit admissible dans le by-pass général de la STEP. La hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter un traitement maximal de 3266 m³/h.



Figure II.30. Déversoir d'orage (Ain Bouchekif)

II.4.3.1.2. Prétraitement

a) grossière Grille

L'eau usée passe d'abord à travers une grille grossière de façon à la débarrasser de ses plus importants éléments en suspension. Les éléments d'une taille supérieure à 5 cm seront retenus et évacués dans les "refus de grille".



Figure II.31. Grille grossière manuelle (Ain Bouchakif)

b) Relevage

Il est assuré grâce à la présence de 4 vis d'Archimède avec :

- Un débit nominal de $1300 \text{ m}^3/\text{h}$.
- .kW 18 : nominale Une puissance



Figure II.32. Bâtiment de relevage (Ain Bouchakif)

c) fine Dégrillage

Ensuite, un dégrillage automatique fin est installé, dont la largeur entre deux barreaux de la grille est de 20 mm. La puissance du moteur (tri 320 v-50 HZ, classe F-IP54-DOL) est de 0.37 kW.



Figure II.33. Grilles mécaniques (Ain Bouchakif)

d) Pass-By Grille manuelle de

En cas de dysfonctionnement, un dégrilleur manuel (grille de by-pass) est installé en parallèle et peut retenir des éléments de diamètre supérieur à 3 cm.



Figure II.34. Grille manuelle (Ain Bouchakif)

e) Déshuileur–Dessableur

Le dessableur est de type longitudinal à deux compartiments. Il est constitué d'un chenal en béton de forme trapézoïdal et ayant une longueur de 26 m et une largeur de 4 m, équipé d'un groupe motoréducteur de translation de 0.37 kW ainsi que d'un arrêt d'urgence du "coup de poing".



Figure II.35. Dessableur-déshuileur (Ain Bouchakif)

II.4.3.1.3. biologique Traitement

a) (unités aération (4'Bassin d

Les bassins de dénitrification et d'aération sont accolés les uns aux autres pour donner un ouvrage ayant une longueur de 64 m et une largeur de 63,5 m. Les bassins d'aération sont menus de :

- ❖ 4 vis d'Archimède au débit unitaire de $1300 \text{ m}^3 / \text{h}$ (du type contre épuisante)
- ❖ 4 mélangeurs submersibles de 4 kW (y compris le système de relevage)
- ❖ déversoirs 4
- ❖ surface aérateurs de 12
- ❖ 4 sondes de mesure de l'oxygène dissous



Figure II.36. Bassins d'aérations (Ain Bouchakif)

b) (unités Décanteur Secondaire (02

Après le traitement biologique, l'eau arrive au clarificateur au niveau duquel les particules des boues sont séparées de l'eau et se déposent au centre. La forme conique du compartiment de précipitation. Chaque décanteur est de forme circulaire de :

CHAPITRE II Épurations'Description Générale des Stations d

- ❖ m Diamètre 46
- ❖ m² Surface 1661
- ❖ périphérie eau 4 m en'Profondeur d
- ❖ Le pont est réalisé à partir de profilés en acier
- ❖ Vitesse de rotation du pont 0.04 m/s



Figure II.37. Décanteurs secondaires (Ain Bouchakif)

c) chloration Bassin de

La désinfection des eaux traitées consiste à détruire les germes pathogènes de l'effluent. Elle s'effectue à partir de chlore introduit dans une cuve en béton de 700 m³ de capacité, le temps de contact est donc supérieur à 30 mn au débit moyen.



Figure II.38. Bassins de chloration (Ain Bouchakif)

II.4.3.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues

Ce procédé est réalisé selon les étapes suivantes :

a) Épaississeur

Les boues en excès sont dirigées vers l'épaississeur

- ❖ m Diamètre 14
- ❖ m Hauteur 4
- ❖ Pente 1/10

Les boues épaissies sont reprises par pompage et expédiées vers les lits de séchage.



Figure II.39. Épaississeur de boue (Ain Bouchakif)

b) séchage Lits de

Il y a 14 lits de séchage avec la dimension suivante :

- ❖ m Longueur 30
- ❖ m Largeur 15
- ❖ m² Surface 450



Figure II.40. Lits de séchages (Ain Bouchakif)

CHAPITRE II Épurations>Description Générale des Stations d

II.4.3.3. base Données de

La station d'épuration de la ville de Tiaret a été dimensionnée sur la base des données montrées dans le tableau II.5.

Tableau II.5. Base de données de dimensionnement de la STEP de Ain Bouchakif (ONA, 2015)

Population	hab 000 390
Débit moyen journalier	j/m ³ 000 38
Débit à déverser en cas de pluies	h/m ³ 312 39
Débit moyen horaire	h/m ³ 584 1
Coefficient de pointe	1,7
Débit de pointe	h/m ³ 750 4
DBO ₅	kg/j 614 9
MES	kg/j 640 17
à nitrifier NH ₄	Kg/j 880 1

II.5 Conclusion

D'après les résultats obtenus durant la période d'exploitation des STEP étudiées, ces dernières présentent des variations des paramètres de pollution des eaux traitées à la sortie des STEP. La nature des effluents rejetés sont de types domestiques riches en matières nutritifs, (azote et phosphore) avec un taux élevé de la concentration en NH₄⁺, ainsi un seuil important en teneur de nitrites et nitrates présentes dans l'eau. Ces dépassements dus à des dysfonctionnements dans les équipements et/ou dans le processus de traitement de la STEP. Ils existent Plusieurs dysfonctionnements soit de l'ordre (physico chimiques, biologique,). Le chapitre IV va mettre le point sur les principaux dysfonctionnements, et leurs causes qui seront analysés dans le cadre de la méthode l'AMDEC.

**PARTIE
EXPERIMENTALE**

CHAPITRE III

Performances et Analyses Statistiques

CHAPITRE III : Performances et Analyses Statistiques

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, une étude de performances et d'analyses statistiques a été menée pour évaluer l'efficacité et le rendement épuratoires des stations ciblées. Durant une période d'année de janvier 2014 à décembre 2015. Les paramètres de pollution et leurs performances analysées sont présentés dans la partie suivante.

III.2. épuration'd Performance de la station

Pour évaluer la qualité des eaux traitées et contrôler leur efficacité, nous avons collectées les données à partir des laboratoires des STEP pour ensemble paramètres physicochimiques qui ont été faites à la sortie des STEP. Toutes les analyses que nous avons effectuées représentent toutes celles qui sont faites pour le diagnostic d'une station d'épuration, elles sont portées sur : la température, le pH, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote (NT, $N-NH_4^+$, NO_2^- , NO_3^-). Les performances des stations d'épuration sont leurs capacités d'éliminer la pollution contenue dans l'eau, dépendent principalement sur les analyses des paramètres de fonctionnement du process. Donc ce chapitre est une synthèse des principaux résultats collectées par l'analyse des paramètres physico-chimiques, ainsi que les interprétations des résultats. Dans cette partie, nous avons comparé les concentrations des eaux usées sortantes par rapport aux valeurs limitées par les normes de préservation du milieu récepteur, afin de déterminer une conclusion et en comparant les rendements épuratoires des 3 STEP étudiés.

Les résultats des analyses obtenues sont présentés dans les figures suivantes pour les différents paramètres de pollution pour chaque station ainsi que leur interprétation.

III.2.1. pH de Les résultats

Le pH c'est la teneur des ions $[H_3O^+]$ dans une liqueur. Dans le domaine de l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois dans les propriétés physicochimiques, d'alcalinité, et d'agressivité. Les figures III 1, 2, et 3 représentent les variations des valeurs de pH pour chaque station.

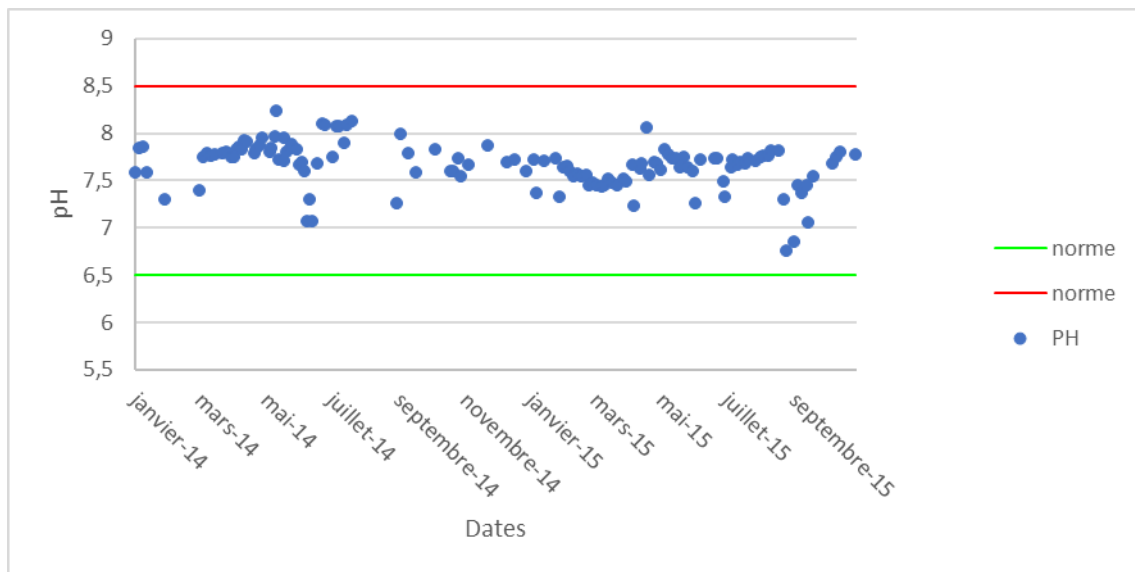


Figure III.1. Variation de pH pour la station de Terga (2014-2015)

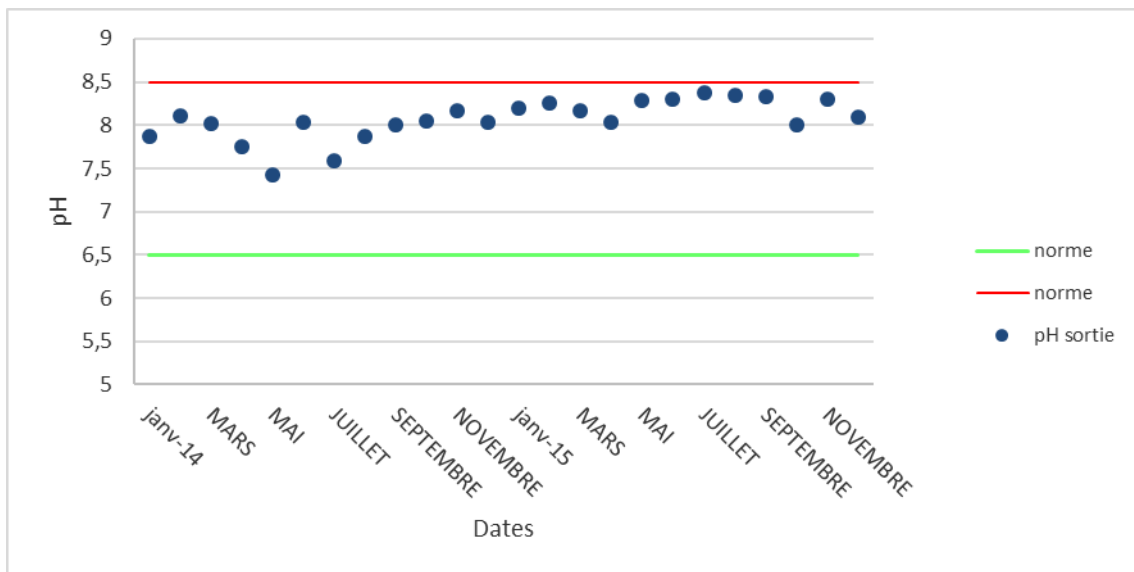


Figure III.2. Variation de pH pour la station d'Ain Boucekif (2014-2015)

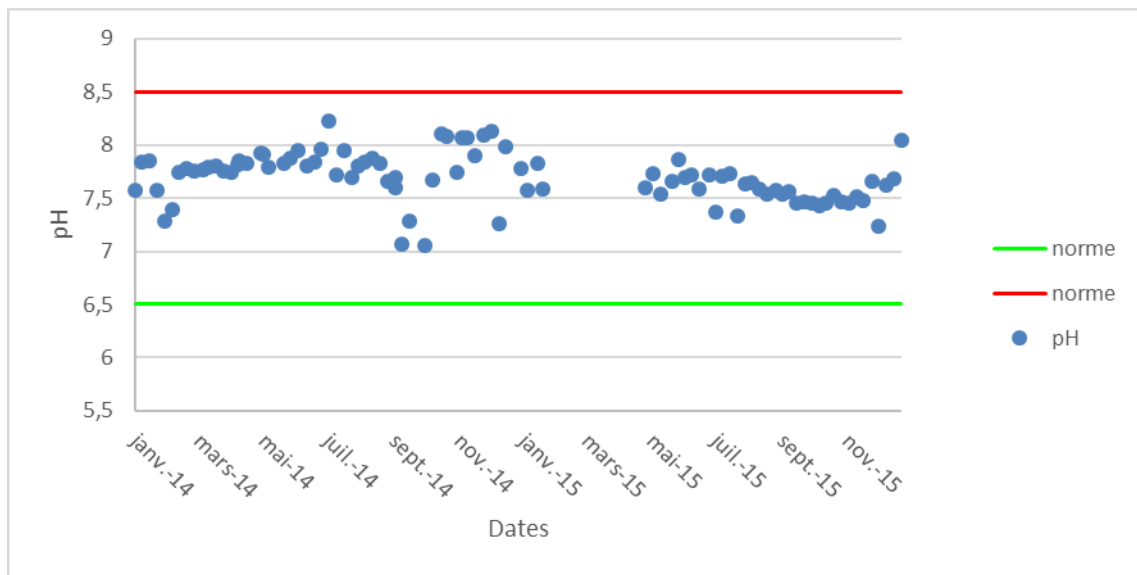


Figure III.3. Variation de pH pour la station d’Ain El Houtz (2014-2015)

Les valeurs enregistrées du pH pour les eaux sortantes sont indiquées dans le tableau III. 1

Tableau III.1 : les valeurs sortantes du pH

Station d'épuration	Station de Terga	Station Ain 'd Bouchekif	Station Ain El 'd Houtz
des pH hors norme%	0	0	0
La moyenne du pH sortant	7,66	8,07	7,82
Norme de rejet du pH	8,5 - 6,5		

D’après le tableau III.1, la moyenne des valeurs de pH tourne autour de 8, alors on peut distinguer que les eaux sortantes sont légèrement basiques. Nous pouvons expliquer la légère augmentation de la valeur du pH par la libération des ions H⁺ lors de la réaction de nitrification : $NH_4^+ + 2O_2 \longrightarrow 2H^+ + NO_3^- + H_2O$. Dans les figures 1, 2,3 les graphes des valeurs sortantes sont au-dessous de la limite, donc toujours conforme aux normes. Nous constatons aussi que toutes les valeurs mesurées du pH appartiennent à l’intervalle des normes de rejet.

III.2.2. Les résultats des matières en suspension (MES)

Théoriquement les MES sont les matières qui ne sont, ni solubles, ni à l'état colloïde du fait des limites séparant les trois états. Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Les MES sont mesurées par la méthode de filtration, les résultats obtenus sont représentés en mg/l dans les figures III 4, 5 et 6.

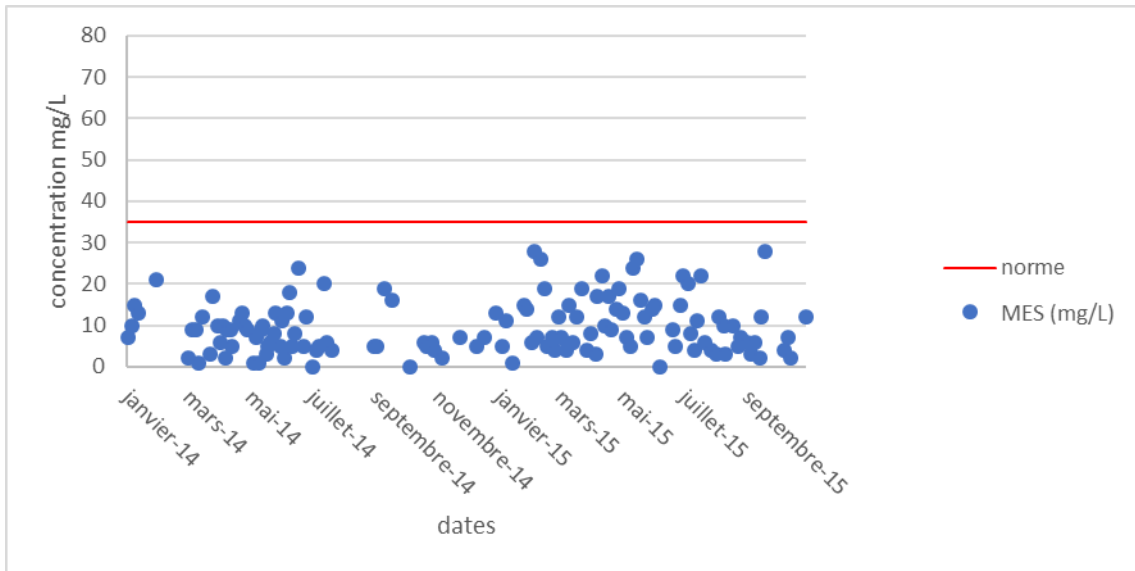


Figure III.4. Variation des concentrations de MES (en mg/l) de la station de Terga (2014-2015)

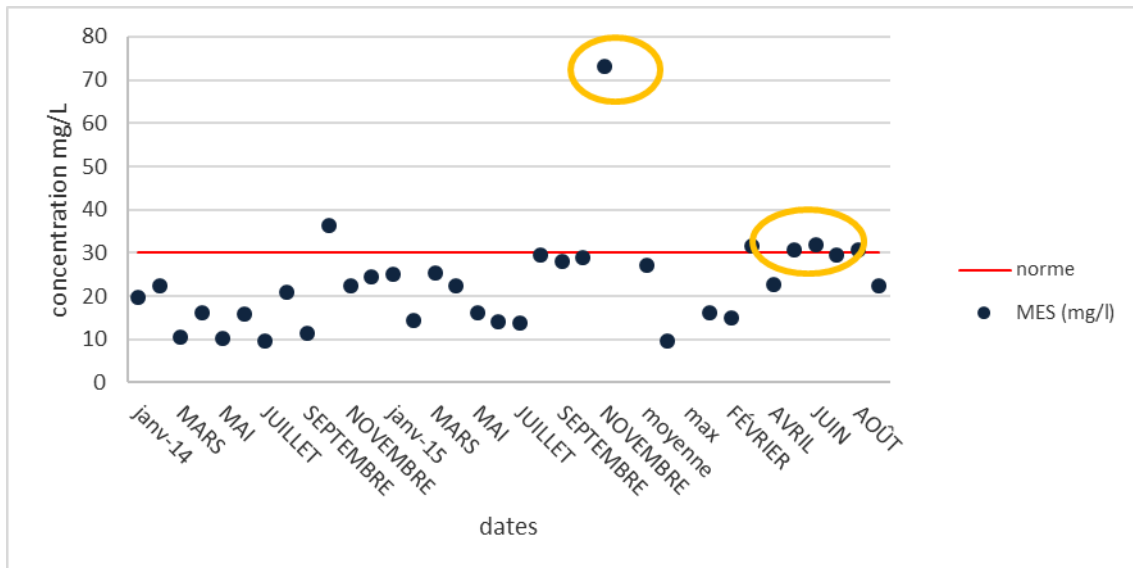


Figure III.5. Variation des concentrations de MES (en mg/l) de station d'Ain Bouchekif (2014-2015)

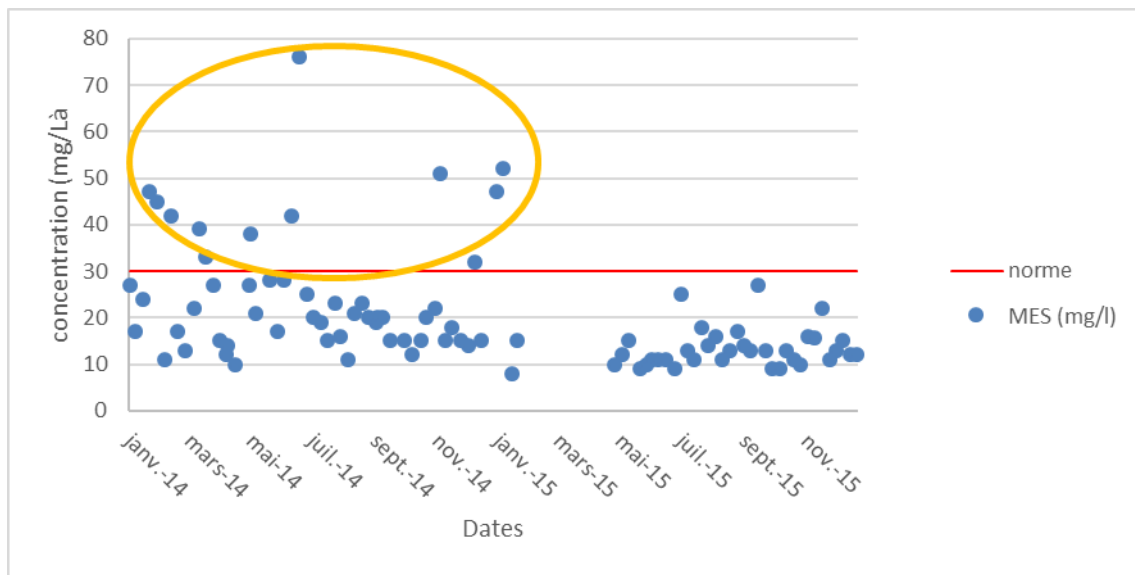


Figure III.6. Variation des concentrations de MES (en mg/l) de station d’Ain El Houtz (2014-2015)

Tableau III.2 Les valeurs enregistrées du MES des eaux sortantes

Station d’épuration	Station de Terga	Station Ain ’d Bouchekif	Station Ain El ’d Houtz
de MES hors norme%	0	12,5	13,3
MES moyennes sortantes (mg/L)	9,55	27,05	19,96
Norme de rejet de MES sortantes (mg/L)	mg/L 30		

D’après les figures 4, 5, 6, nous distinguons que les teneurs sortantes sont instables au cours de la période d’étude. D’une part des fortes valeurs sont enregistrées dans la période froide et d’autre part des valeurs relativement faibles au cours des mois chauds. On peut expliquer ce phénomène par « le transport solide qui est très important au cours des mois les plus pluvieux et faible pendant les mois chauds, malgré l’évaporation et la production des algales ». Pour cette raison les concentrations sortantes sont variantes, mais elles restent en majorité toujours au-dessous de la norme de rejet.

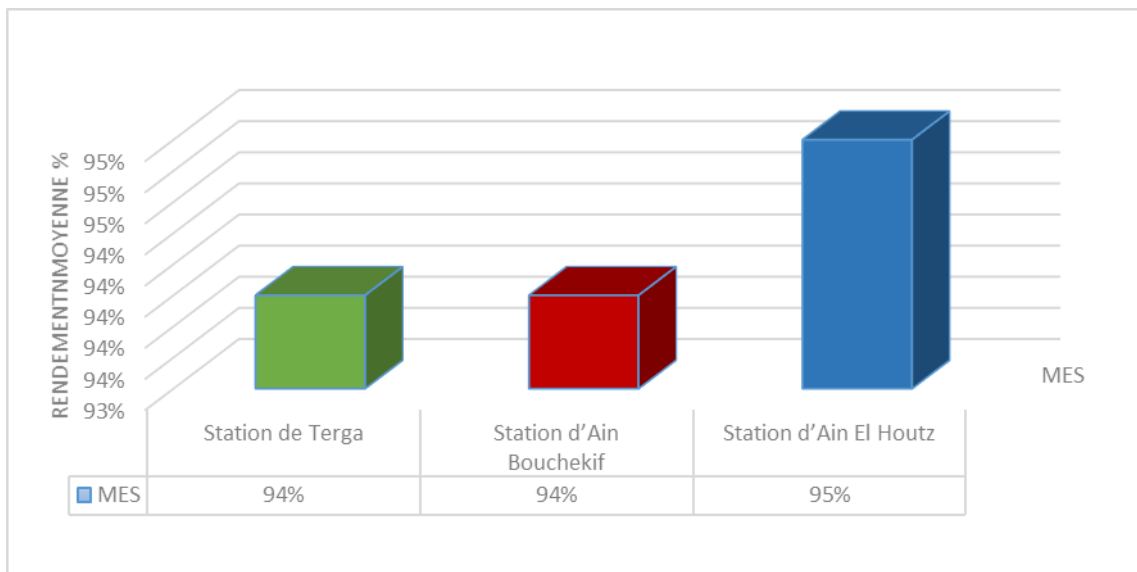


Figure III.7. Variation du rendement interannuel de MES pour les 3 STEP (2014-2015)

Dans les trois STEP « Terga, d'Ain Bouchekif d'Ain El Houtz » nous remarquons que le rendement d'abattement de MES est très élevé. On a enregistré un meilleur rendement pour la STEP d'Ain El Houtz avec 95%. Cela revient probablement à la bonne maîtrise de la phase de prétraitement.

III.2.3. DBO₅ Les Résultats de la

La DBO₅ ou la demande biologique en oxygène est la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies pour oxyder la matière organique biodégradable de l'eau. Il s'agit donc d'une consommation potentielle de dioxygène par voie biologique. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire. Les concentrations en DBO₅ en mg/l des eaux usées sont mentionnées dans les figures III 8, 9 et 10.

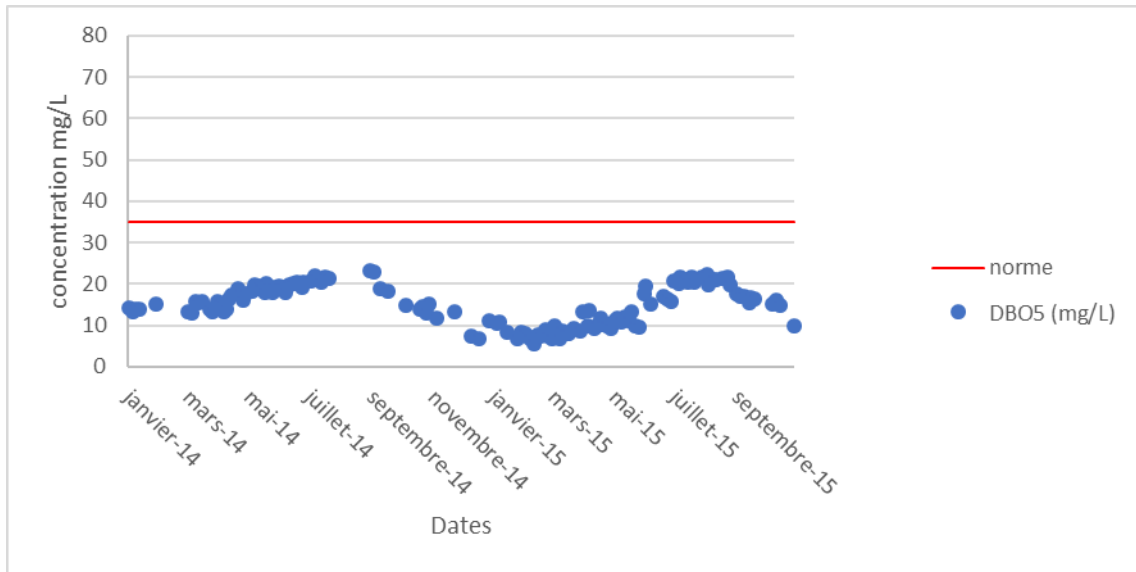


Figure III.8. Variation des concentrations de DBO₅ (en mg/l) de la station de Terga (2014-2015)

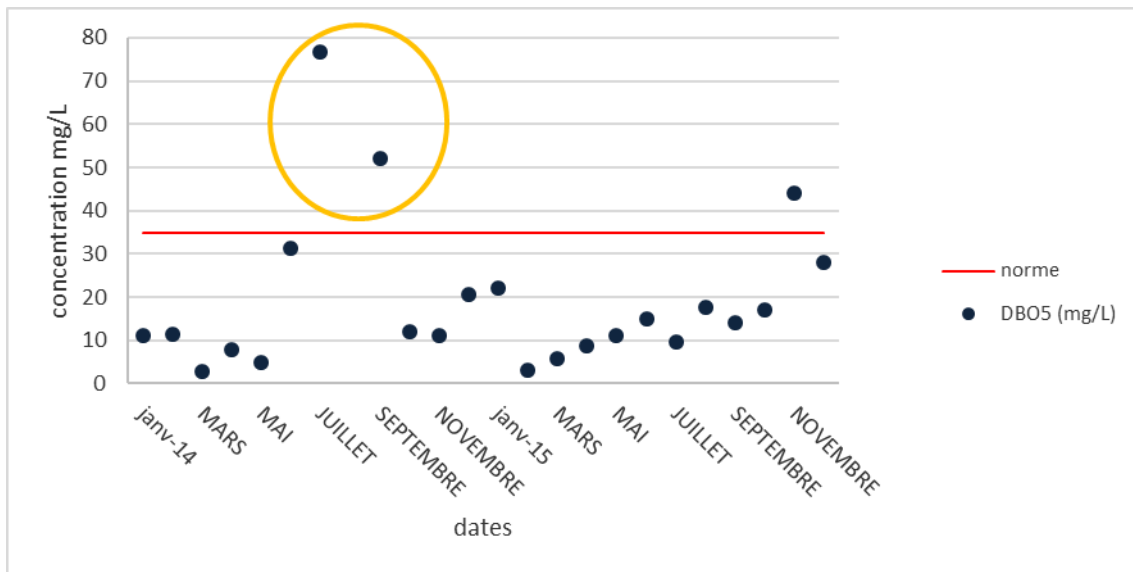


Figure III.9. Variation des concentrations de DBO₅ (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif (2014-2015)

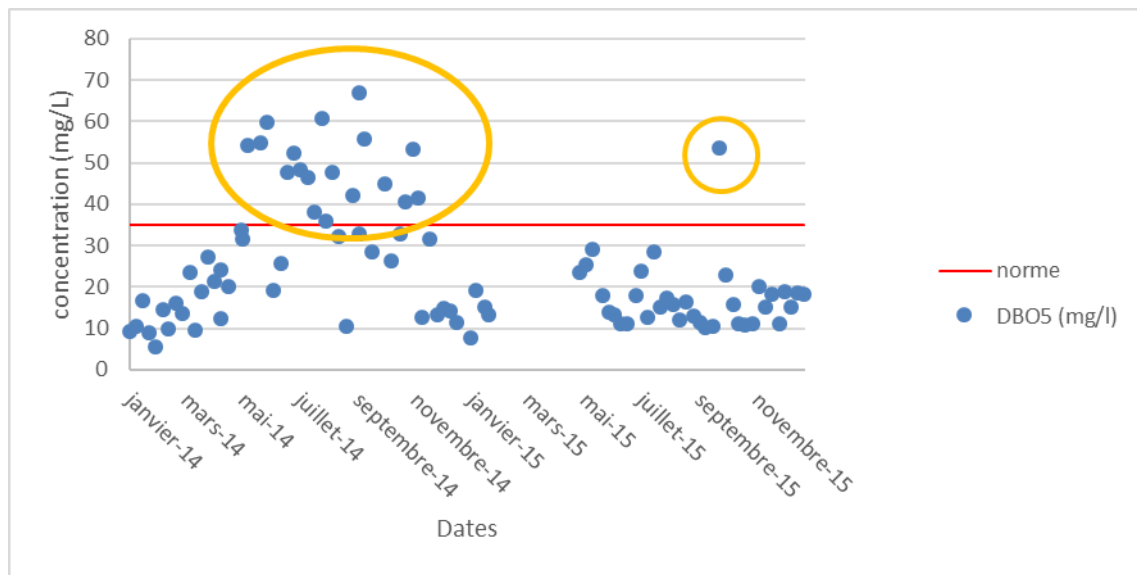


Figure III.10. Variation des concentrations de DBO₅ (en mg/l) de la station d’Ain El Houtz (2014-2015)

Tableau III.3 Les concentrations des DBO₅ en mg/L des eaux sortantes

Station d'épuration	Station de Terga	Station Ain 'd Bouchekif	Station d'El Houtz
hors norme des DBO ₅ %	0	16,67	21,11
DBO ₅ moyennes sortante (mg/L)	15,12	21,82	24,37
Norme de rejet de DBO ₅ sortante (mg/L)	mg/L 35		

D’après les figures 8, 9 et 10, nous remarquons une bonne dégradation de la DBO₅ de la station de Terga. Par contre nous avons enregistré un dépassement remarquable pour les stations d’Ain Bouchekif et Ain El Houtz dans la période chaude. Cet excès due éventuellement par la mauvaise qualité de l’eau riche en pollution organique et la charge en nutriments. Nous remarquons que les valeurs hors normes pour ces stations ne dépassent pas le seuil de 25 %. Les variations des rendements de DBO₅ pour chaque STEP sont montrées dans la figure III.11.

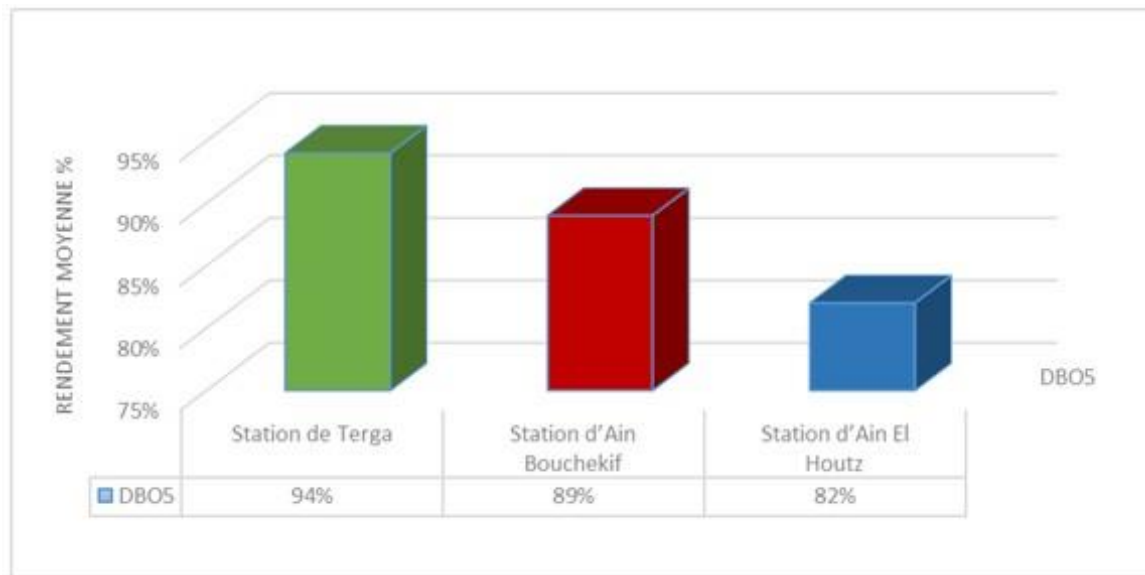


Figure III.11. Variation du rendement interannuel de DBO₅ pour les 3 STEP (2014-2015)

D’après la figure III.11 nous remarquons que dans toutes les stations étudiées, nous avons eu une bonne dégradation de DBO₅. En comparant les rendements moyens d’abattement du DBO₅ des STEP entre eux, nous constatons que l’ordre décroissant est comme suit (Terga, d’Ain Boucekif d’Ain El Houtz). Cela peut être expliqué par le type et la qualité de l’eau qui arrive à l’usine, ainsi l’influence de la durée d’exploitation.

III.2.4 Les résultats de la DCO

La DCO est la quantité d’oxygène consommée lors d’une réaction chimique mettant en milieu sulfurique concentré et à une température élevée. Les résultats sont exprimés en mg/ l dans les figures III. 12,13 et 14.

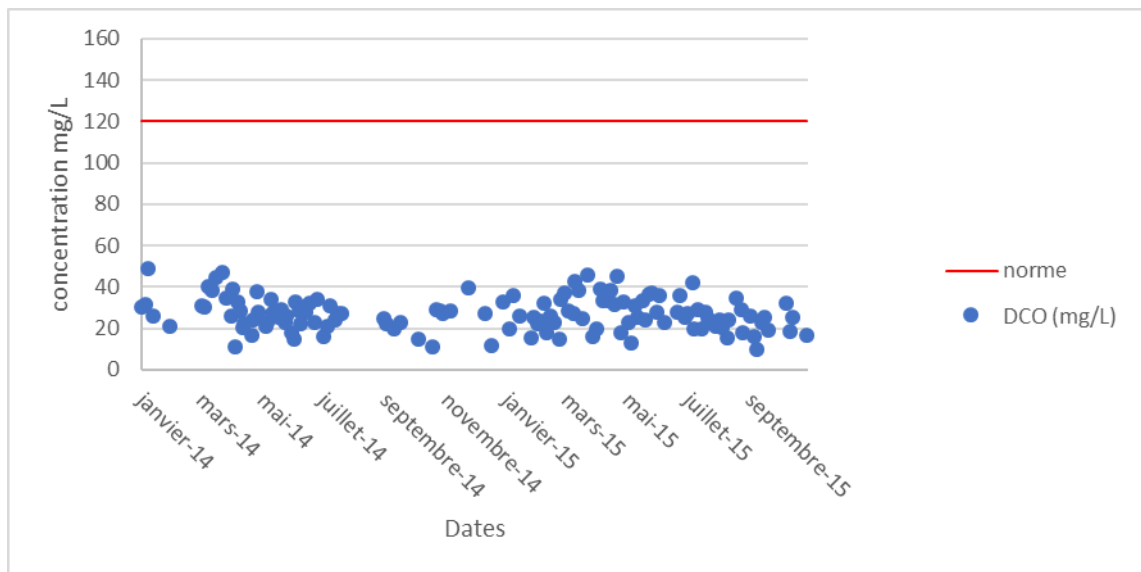


Figure III.12. Variation des concentrations de DCO (en mg/l) de la station de Terga (2014-2015)

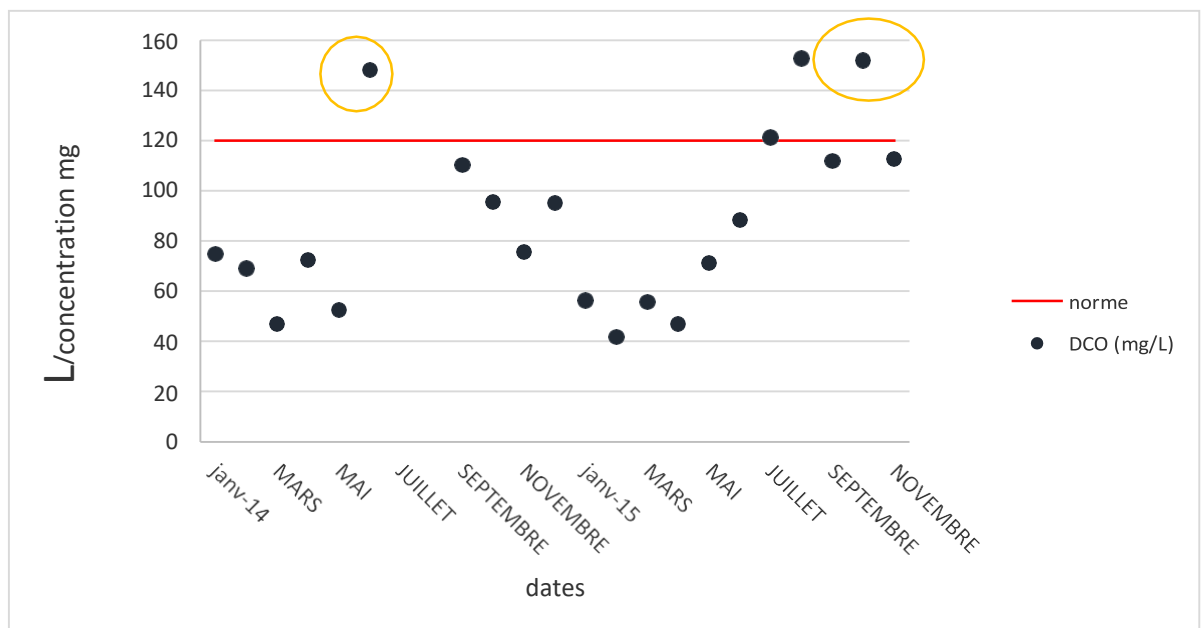


Figure III.13. Variation des concentrations de DCO (en mg/l) de la station d’Ain (2015-2014) Bouchekif

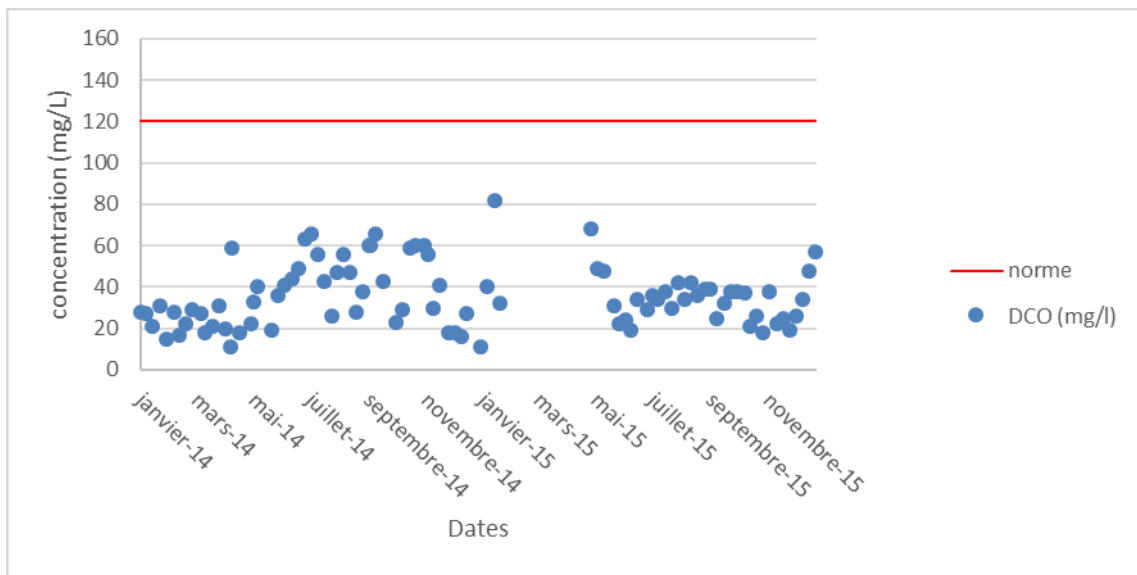


Figure III.14. Variation des concentrations de DCO (en mg/l) de la station d’Ain El Houtz (2014-2015)

Tableau III.4 Les concentrations des DCO en mg/L des eaux sortantes

Station d'épuration	Station de Terga	Station d'Ain Boucekif	Station d'Ain El Houtz
des DCO hors norme%	0	25	0
DCO moyennes sortante (mg/L)	27,15	94,51	35,62
Norme de rejet de DCO sortante (mg/L)	mg/L 120		

D’après les figures III.12, 13, 14, nous remarquons que les concentrations en DCO des eaux épurées sont inférieures à celles de la norme de rejet. Nous pouvons dire qu’il y a un bon abattement de DCO pour toutes ces stations, sauf quelques dépassements a été marqué dans la station de Ain Boucekif. Cela est due à la nature des eaux qui arrivent à la station riche par les éléments nutritifs et chargées par la pollution organique, ainsi que même la température peut intervenir à la dégradation de la DCO. Les variations des rendements de DCO pour chaque STEP sont illustrées dans la figure.III.15.

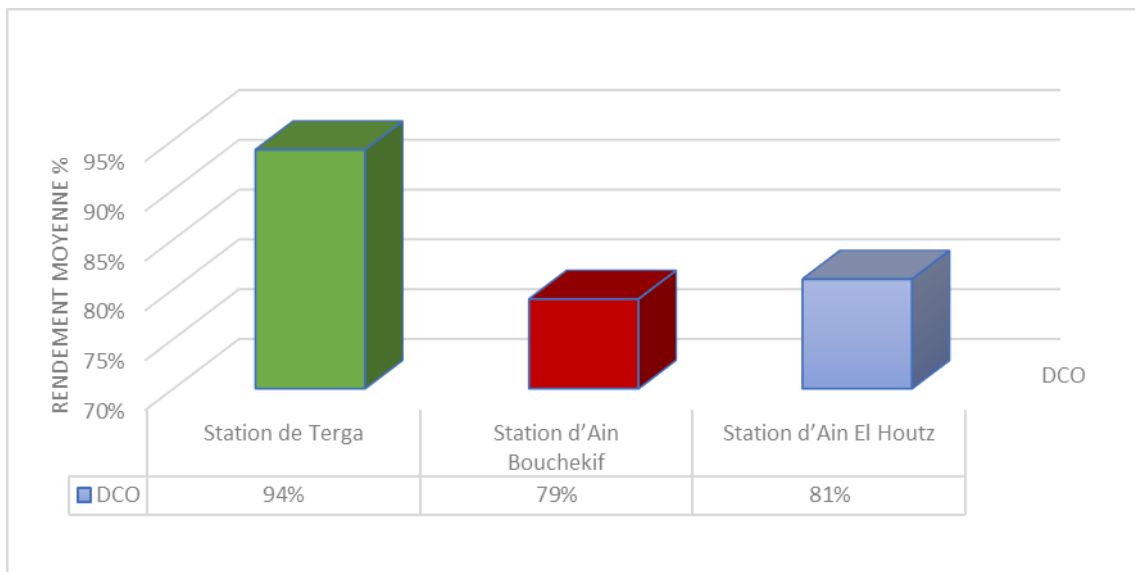


Figure III.15. Variation du rendement DCO pour les 3 STEP (2014-2015).

En comparant les rendements des stations entre eux (figure III.15) nous obtenons l'ordre décroissant suivant (Terga, d'Ain El Houtz, d'Ain Boucekif).

La diminution de rendement de dégradation de la DCO est à cause de la nature de l'effluent qui porte un taux élevé de la matière organique.

III.2.5. Les résultats des nitrates NO₃⁻

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs stimule le développement de la faune aquatique. Les résultats sont exprimés en mg/ l dans les figures III.16, 17 et 18.

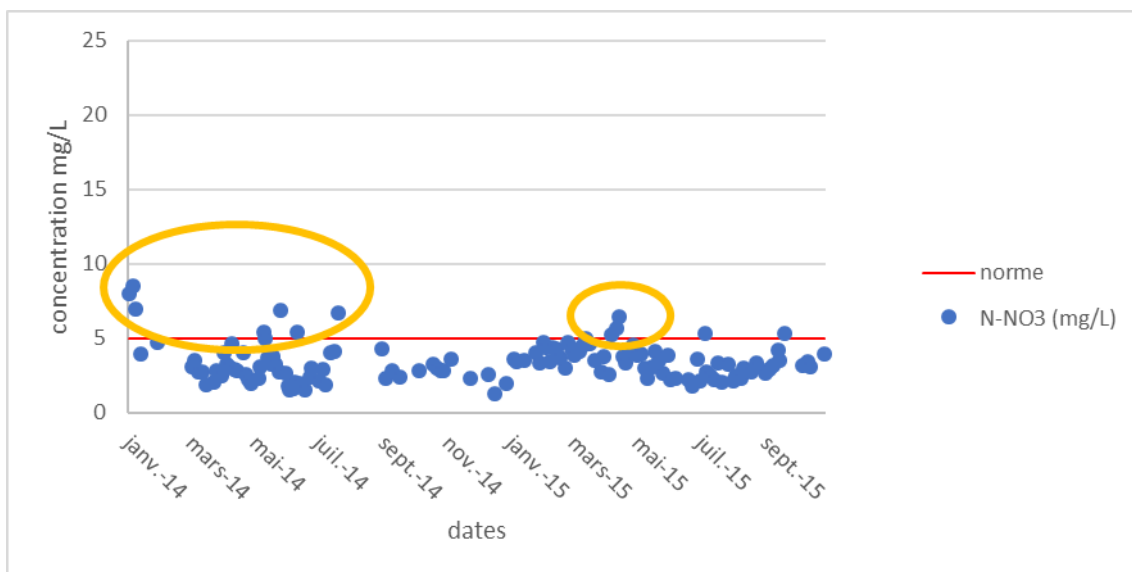


Figure III.16. Variation des concentrations de NO₃ (en mg/l) de la station de Terga (2014-2015)

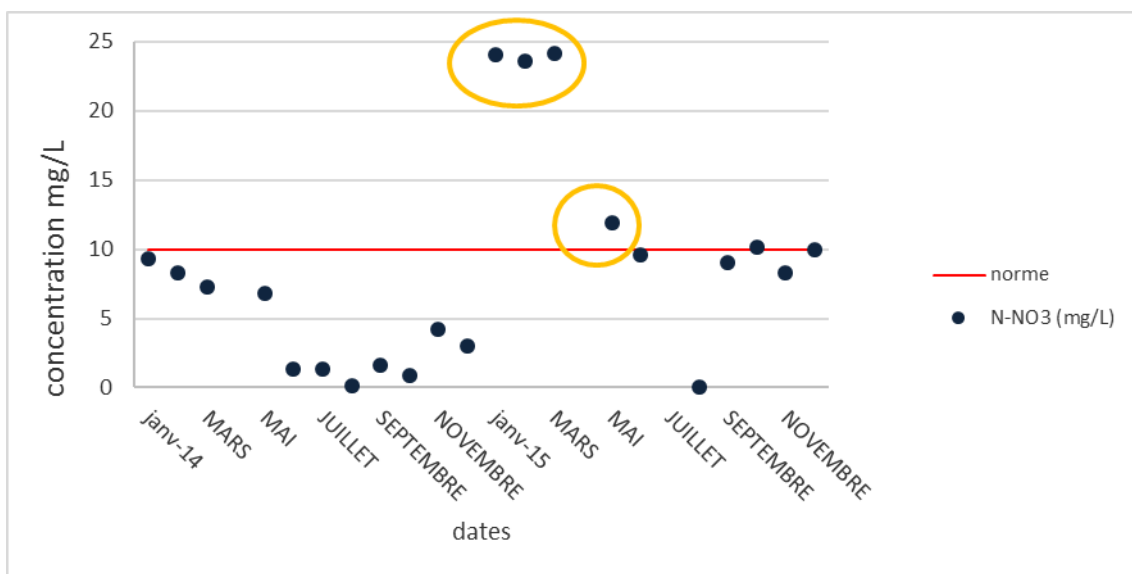


Figure III.17. Variation des concentrations de NO₃ (en mg/l) de la station d'Ain Bouchekif (2015-2014)

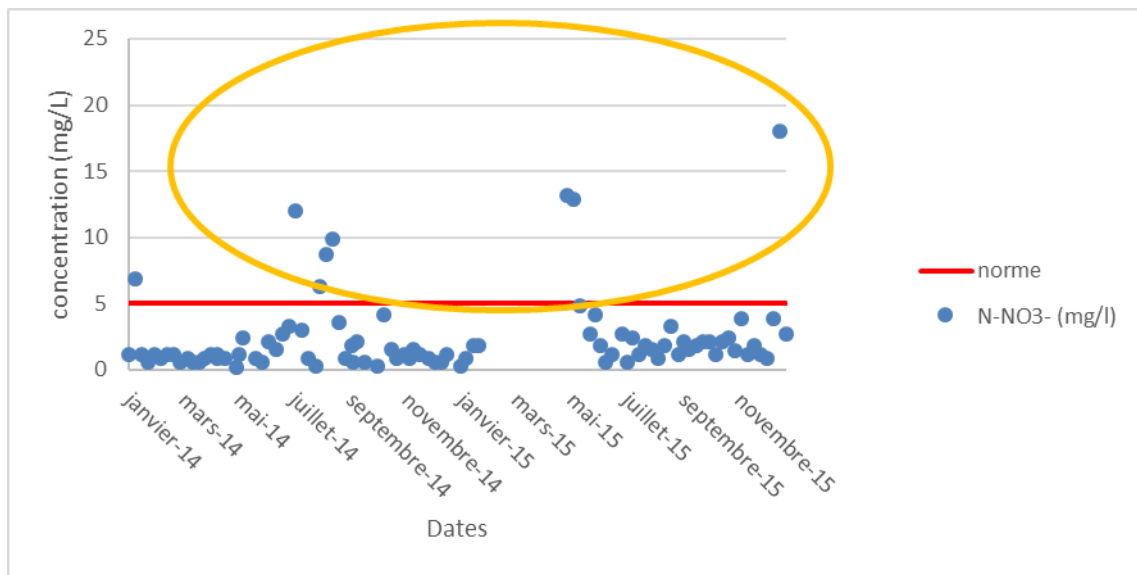


Figure III.18 Variation des concentrations de NO₃⁻ (en mg/l) de la station d’Ain El Houtz (2014-2015)

Tableau III.5 Les concentrations des NO₃⁻ en mg/L des eaux sortantes

épuration’Station d	Station de Terga	Station Ain ’d Bouchekif	Station Ain El ’d Houtz
hors norme des NO ₃ ⁻ %	0,9	66,67	6,67
NO ₃ ⁻ moyennes sortante (mg/L)	3,42	11,21	2,41
Norme de rejet de NO ₃ ⁻ sortante (mg/L)	mg/L 5		

D’après les figures III.16, 17 et 18, on constate que les valeurs de nitrates sont acceptables pour les 2 stations de Terga et Ain El Houtz avec un petit pourcentage des valeurs hors normes. Par contre les valeurs pour la station d’Ain Bouchekif leurs concentrations en nitrates des eaux épurées ont des variations instables et dépassent la ligne de la valeur limitée par la norme de rejet. Ainsi on a observé des dépassements remarquables au période mars jusqu’à juillet. On peut expliquer ces derniers par le processus de nitrification qui joue un rôle très important dans la dégradation de la matière organique. Plusieurs facteurs sont introduits dans le procédé (oxygène, qualité et quantité de l’eau brute, temps de séjours dans le bassin d’aération ...). Grosso modo l’eau épurée respecte les normes de rejet et même pour la station d’Ain Bouchekif qui travaille avec une norme de rejet de 10 mg/L reste dans la limite de rejet. La figure 59 expose les rendements d’abattements de NO₃⁻ des stations étudiées.

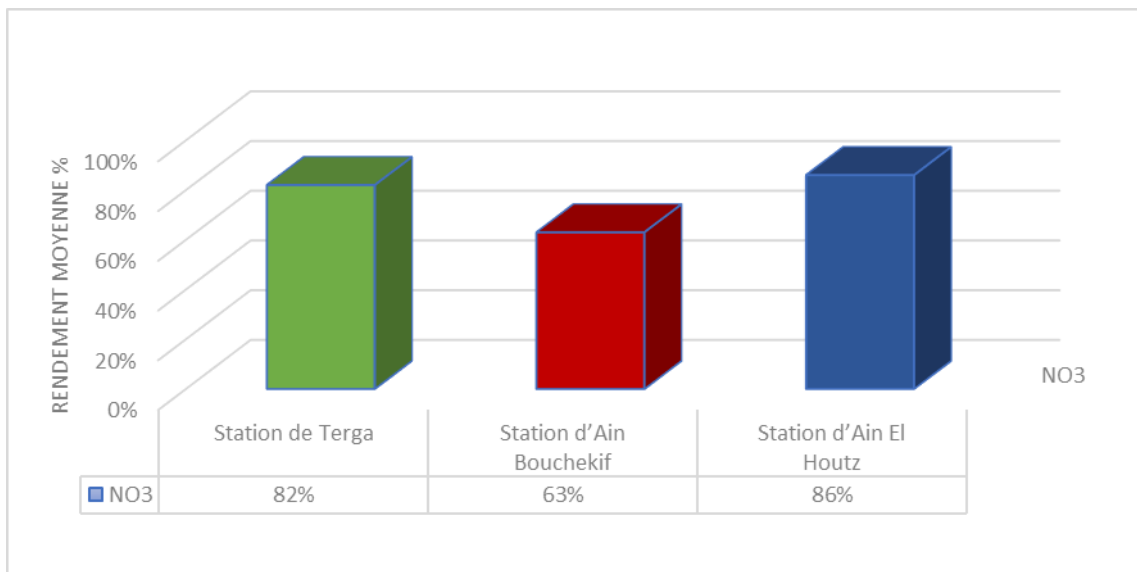


Figure III.19. Variation du rendement NO₃⁻ pour les 3 STEP (2014-2015)

D’après la figure III.19 nous observons une dégradation moyenne élevée de la matière azotée. En comparant les rendements moyens d’abattement du NO₃⁻ des STEP entre eux, nous remarquons que l’ordre décroissant est comme suit (d’Ain El Houtz, Terga, d’Ain Boucekif). Cela peut être exprimer par la mauvaise gestion de fonctionnement du bassin aération plus précisément problème au niveau de nitrification/ dénitrification.

III.2.6 Les résultats des nitrites NO₂⁻

Les ions nitrite (NO₂⁻) sont le produit soit de l’oxydation de l’ion ammonium (NH₄⁺) dans les conditions d’aérobie par les nitrosomonas, soit de la réduction des ions nitrate (NO₃⁻) en anoxie par les bactéries hétérotrophes. Les résultats sont exprimés en mg/ l dans les figures 20, 21.

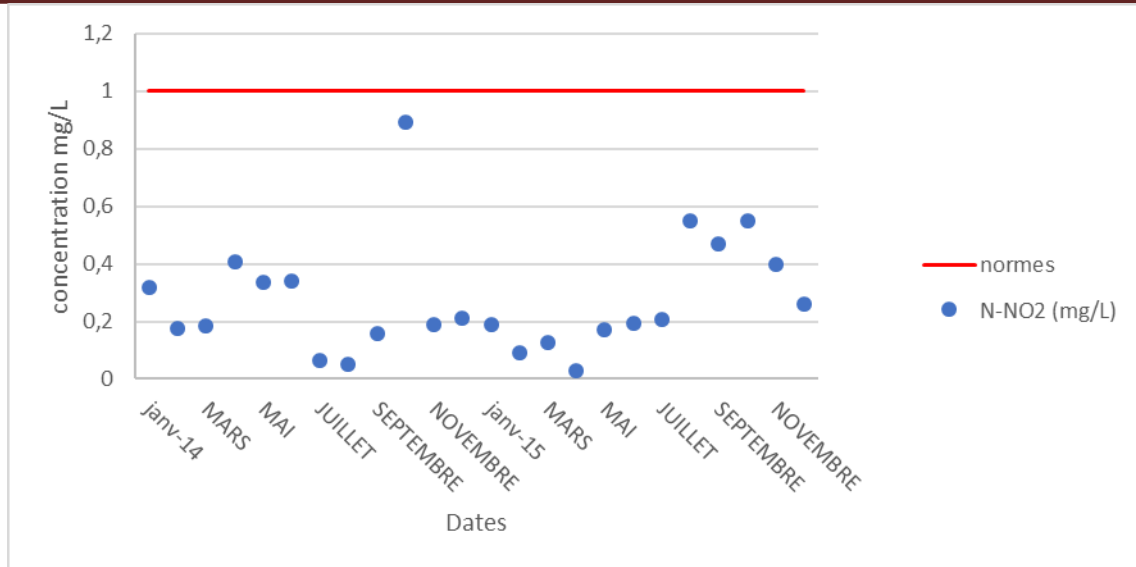


Figure III.20. Variation des concentrations de NO_2^- (en mg/l) de la station d’Ain Boucekif (2014-2015)

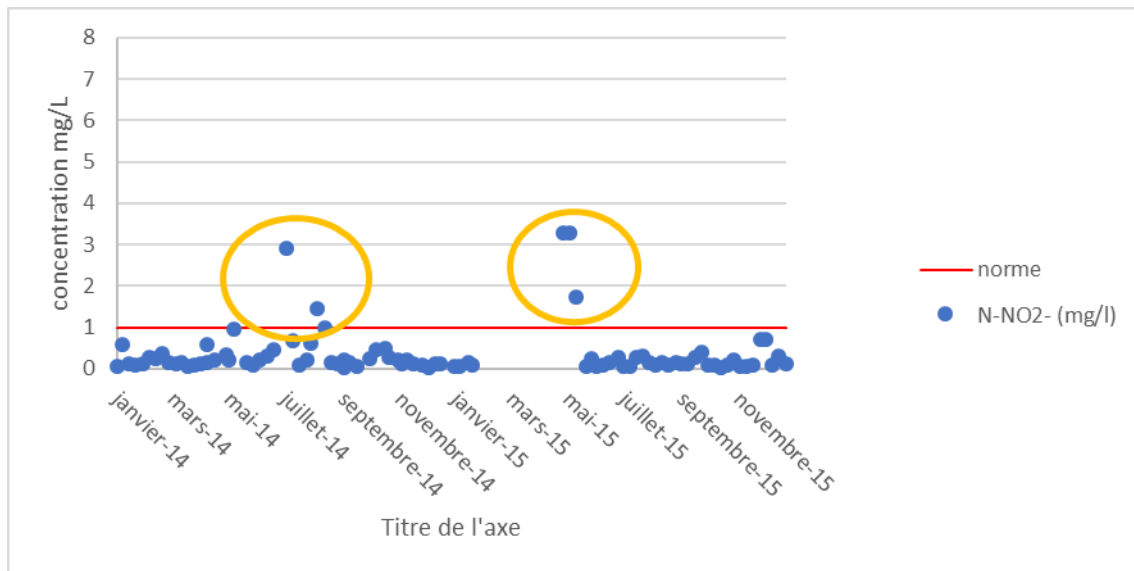


Figure III.21 Variation des concentrations de NO_2^- (en mg/l) de la station d’Ain El Houtz (2014-2015)

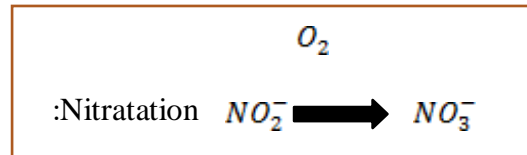
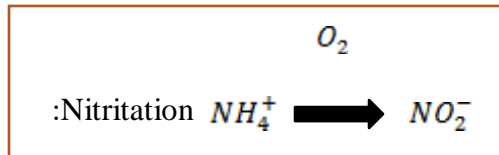
Le tableau suivant représente les valeurs moyennes des concentrations des nitrites sortants à la sortie des 2 STEP.

CHAPITRE III Performances et Analyses Statistiques

Tableau III.6 Concentrations moyennes sortantes de NO_2^- en mg/L des eaux sortantes

Station d'épuration	Station de Terga	Station Ain 'd Bouchekif	Station Ain El 'd Houtz
hors norme NO_2 des %	Pas de mesures	0	6,66
NO_2^- moyennes sortante (mg/l)	Pas de mesures	0,27	0,49
Norme de rejet de NO_2^- sortante (mg/l)	mg/l 1		

D'après les figures III.20, 21, on constate que les valeurs de nitrites sont acceptables pour les 2 stations d'Ain Bouchakif et Ain El Houtz avec un petit dépassement mentionné pour STEP de Ain El Houtz. Cela permet de conclure que notre eau usée ne subit aucun traitement de nitrification/ dénitrification, durant toute la période d'étude. Nombreux facteurs favorisent la présence de ce paramètre tel que : l'oxygène, la charge et la qualité de substrat de l'effluent, ainsi les concentrations élevées en azote ammoniacal sont inhibitrices de la nitrification et plus particulièrement de la nitratisation.



Les variations des rendements de NO₂ pour chaque STEP sont illustrées dans la figure III.22.

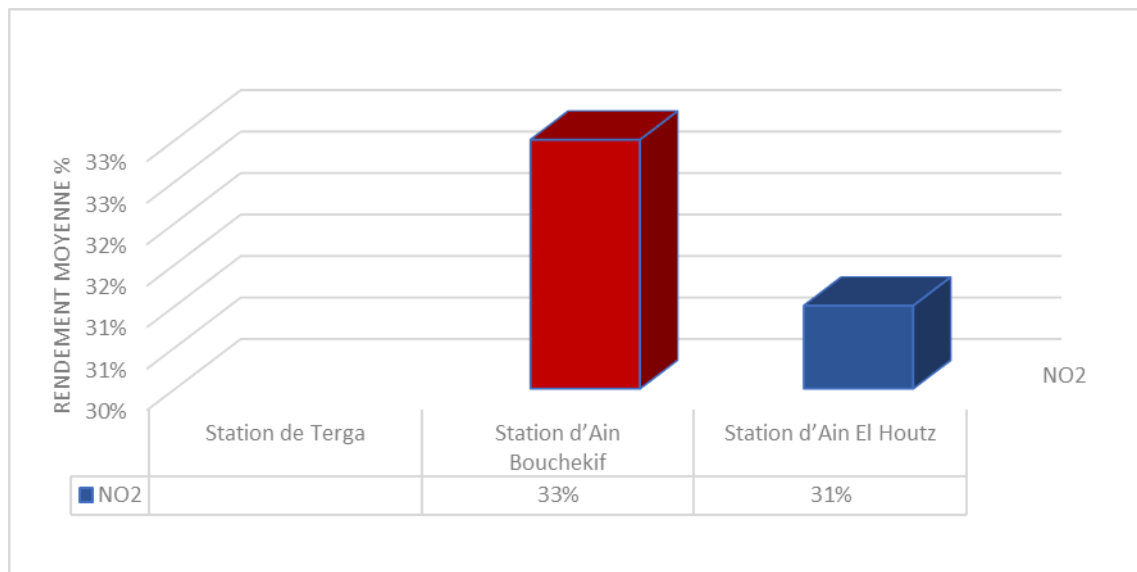


Figure III.22 Variation du rendement NO₂ pour les 2 STEP (2014-2015).

D'après la figure III. 22 nous observons une mauvaise dégradation de nitrite avec un rendement d'abattement de 33% pour STEP Bouchakif et Ain El Houtz. Ce qui nécessite une intervention rapide pour régler le problème et préserver le milieu aquatique.

III.2.7 ammoniacal Azote'Les résultats de l

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. Les résultats sont exprimés en mg/ l dans les figures III.23 et 24.

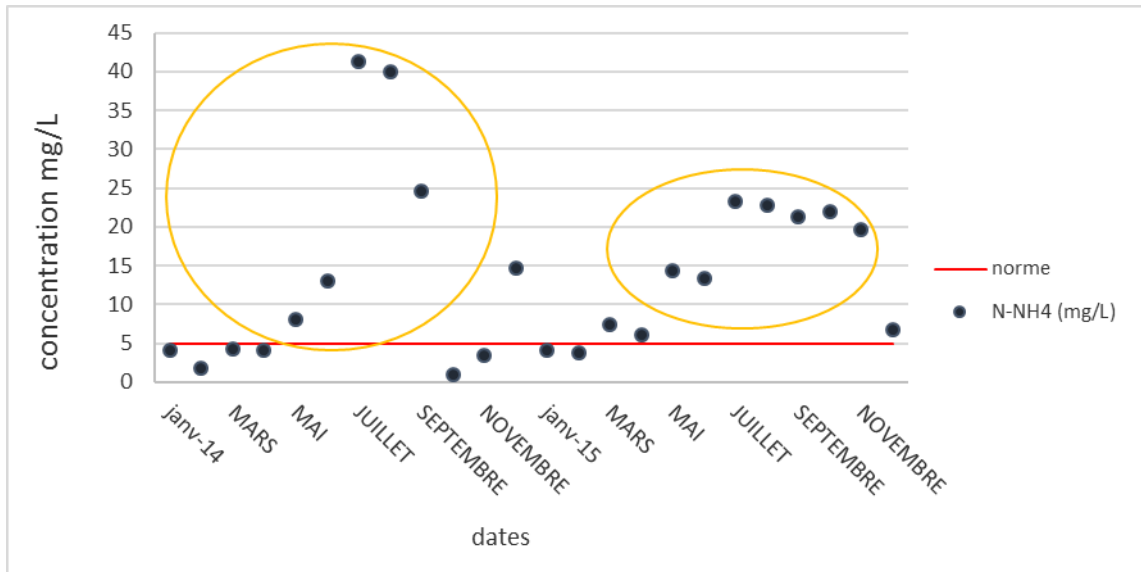


Figure III.23. Variation des concentrations de NH_4^+ (en mg/l) de la station d’Ain Bouchekif (2014-2015)

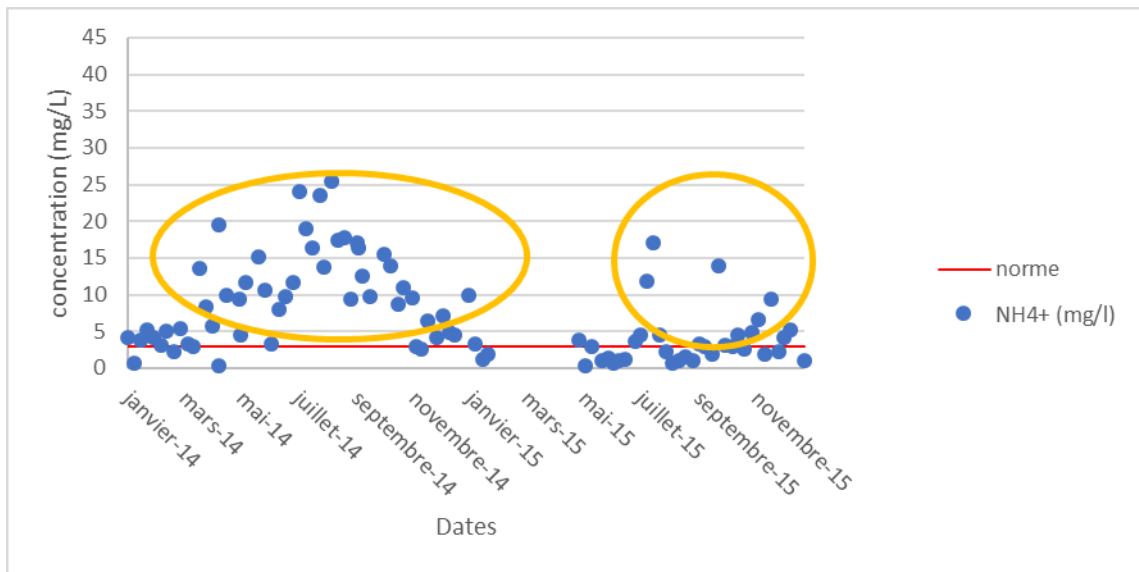


Figure III.24. Variation des concentrations de NH_4^+ (en mg/l) de la station d’Ain El Houtz (2014-2015)

L’ammonium n’a pas été analysé dans la STEP Terga. Pour les autres deux STEP, les concentrations en Ammonium des eaux sortantes sont indiquées dans le tableau II.12.

Tableau III.7 Concentration moyenne sortantes de NH₄⁺ en mg/L des eaux sortantes

Station d'épuration	Station de Terga	Station Ain 'd Bouchekif	Station Ain El 'd Houtz
hors norme ⁺ des NH ₄ %	Pas de mesures	66,66	47,77
NH ₄ ⁺ moyennes sortante (mg/l)	Pas de mesures	13,58	7,66
Norme de rejet de NH ₄ ⁺ sortante (mg/l)	mg/l 5		

Les figures III.23, 24 illustrent que les deux graphes correspondants aux variations des concentrations des eaux épurées ont des oscillations instables. Les valeurs de la concentration en ammoniacale des eaux épurées sont remarquablement élevées durant toute la période d'étude. Plusieurs conditions interviennent à l'instabilité de ce paramètre, soit la nature et la charge de substrat qui arrive à la station avec des produits toxique, ce qui bloque probablement le processus de la nitrification. Enfin aucune valeur n'a été bien précisée pour la norme de l'azote ammoniacale. Des rendements de NH₄⁺ pour chaque STEP sont présentés dans la figure III.25.

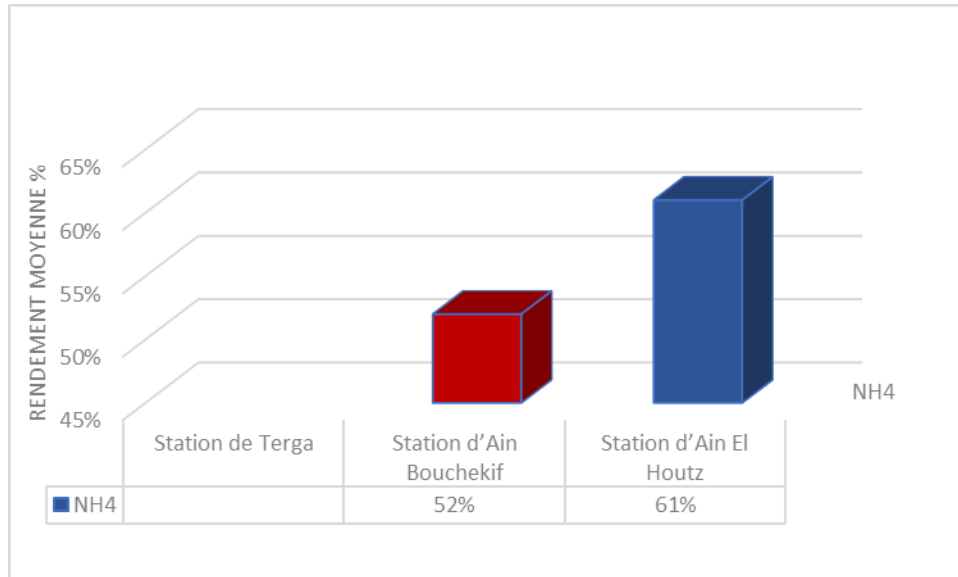


Figure III.25. Variation du rendement NH₄⁺ pour les 2 STEP (2014-2015).

D'après la figure III. 25 nous distinguons que dans toutes les zones d'études, nous avons eu une dégradation moyennement faible de NH_4^+ . En comparant les rendements moyens d'abattement du NH_4^+ des trois STEP, nous distinguons que l'ordre décroissant est comme suit (d'Ain El Houtz, d'Ain Bouchekif). Cela revient par la mauvaise qualité de l'eau qui arrive à la STEP, ce qui provoque un problème au niveau du bassin d'aération, et détériore l'efficacité de traitement.

III.2.8 Les résultats de l'Azote de Kjeldahl

L'azote de Kjeldahl comprend l'azote sous les formes organiques et ammoniacales. Les résultats sont exprimés en mg/ l dans les figures III. 26 et 27.

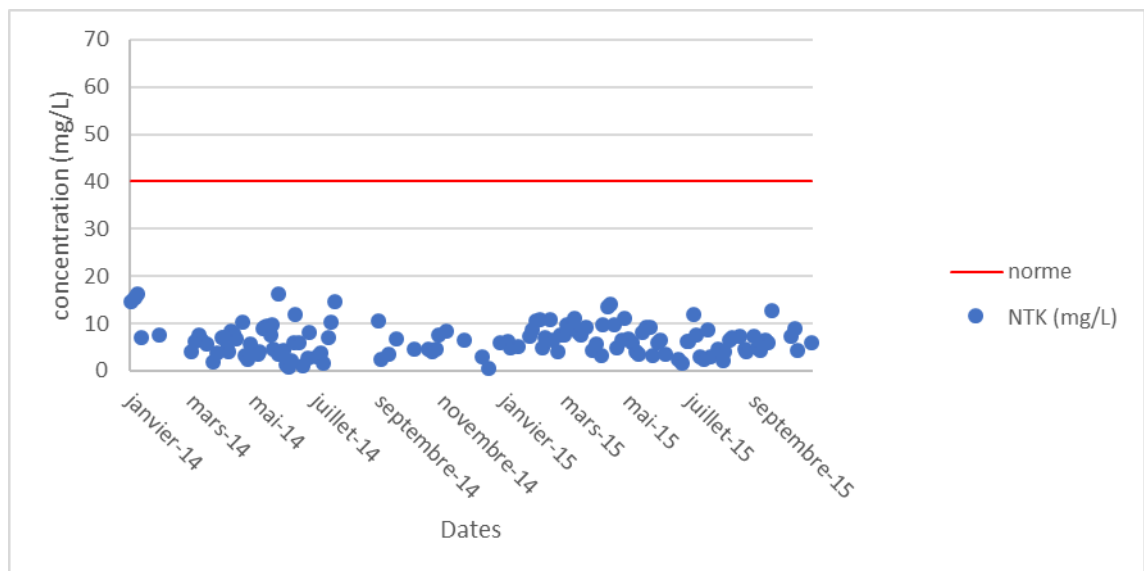


Figure III.26. Variation des concentrations de NTK (en mg/l) de la station de Terga (2014-2015)

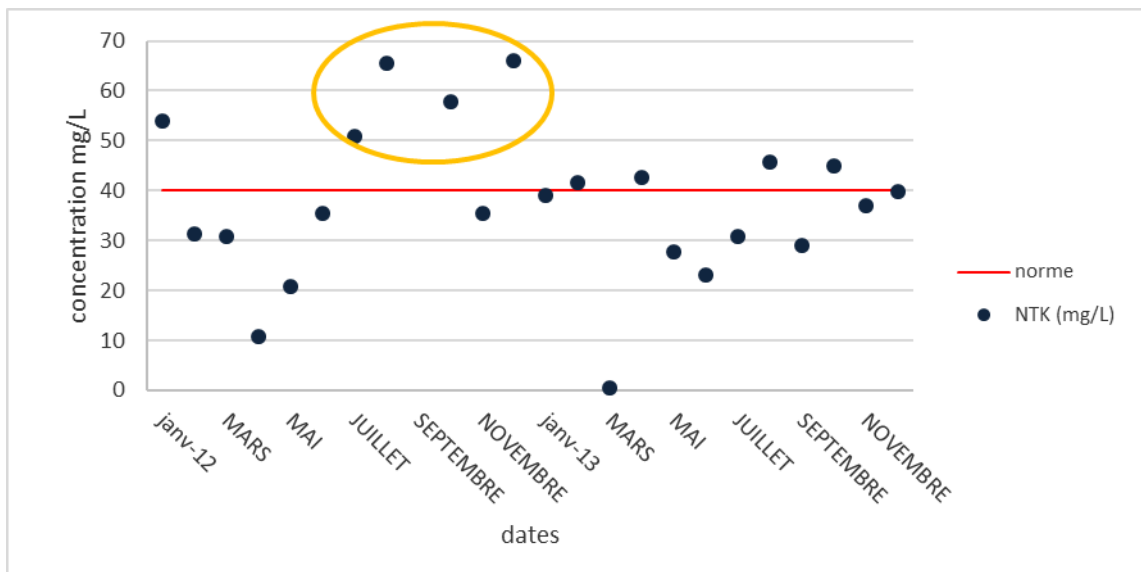


Figure III.27. Variation des concentrations de NTK (en mg/l) de la station d’Ain Bouchekif (2014-2015)

Le tableau suivant représente les valeurs moyennes des concentrations du NTK sortantes à la sortie des 2 STEP.

Tableau III.8 Concentrations moyennes sortantes de NTK en mg/L des eaux sortantes

épuration’Station d	Station de Terga	Station Ain ’d Bouchekif	Station Ain El ’d Houtz
des NTK hors norme %	0	41,66	Pas de mesures
NTK moyennes sortante (mg/l)	6,56	39,14	Pas de mesures
Norme de rejet de NTK sortante (mg/l)	mg/l 40		

D’après les figures III.26, 27, nous distinguons une bonne dégradation de la NTK dans la station de Terga. Par contre pour la station d’Ain Bouchekif la moyenne de la dégradation de NTK est aux alentours de la norme de rejet sortante avec quelques dépassements élevés. Le NTK s’est produit par l’ensemble du taux d’azote ammoniacale NH_4 avec de l’azote

organique qui vient de la nature et même de la qualité de l’effluent qui arrive à la STEP ; ce qui admet à dire qu’il y a un problème au niveau du bassin d’aération, plus précisément dans l’abattement de l’azote. La figure III.28 montre les résultats d’abattement de NTK.

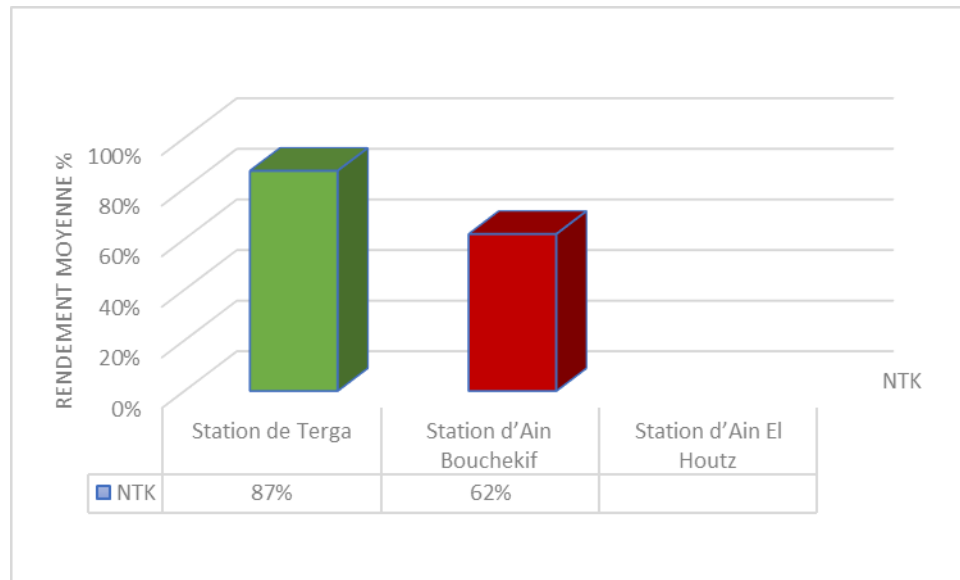


Figure III.28. Variation du rendement NTK pour les 2 STEP (2014-2015).

D’après la figure III.28 nous observons une dégradation moyenne de NTK avec un rendement d’abattement autour 62% pour STEP Bouchakif et 87% pour la STEP Ain El Houtz. Ce qui demande un stratège pour augmenter le rendement.

III.2.9 Les résultats de Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension. Les résultats sont exprimés en mg/ l dans les figures III.29,30.

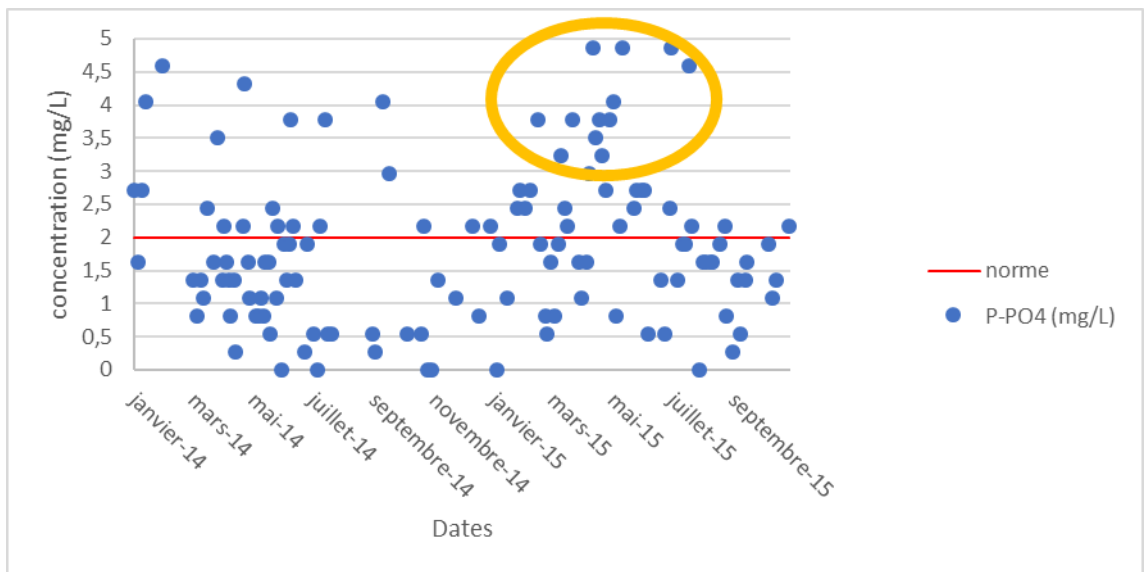


Figure III.29. Variation des concentrations de P-PO₄³⁻ (en mg/l) de la station de Terga (2014-2015)

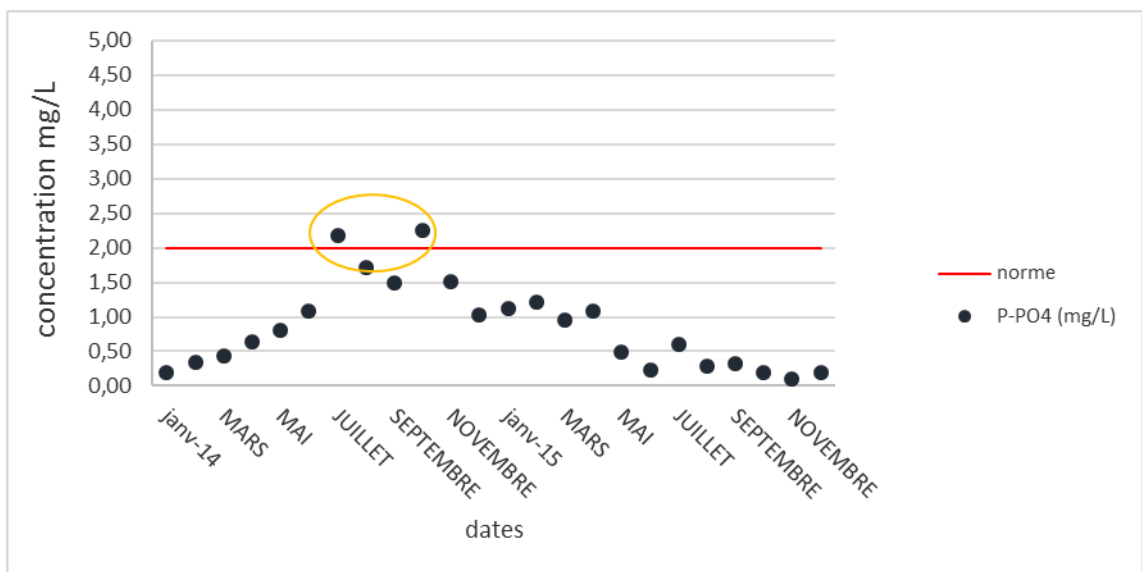


Figure III.30. Variation des concentrations de P-PO₄³⁻ (en mg/l) de la station d’Ain Bouchekif (2014-2015)

Le tableau suivant représente les valeurs des analyses du phosphore et de ces concentrations moyennes sortantes à la sortie des deux STEP.

Tableau III.9 Concentrations moyennes sortantes de P-PO₄³⁻ en mg/L des eaux sortantes

Station d'épuration	Station de Terga	Station Ain 'd Bouchekif	Station Ain El 'd Houtz
% des P-PO ₄ ³⁻ hors norme	42,42	8,33	Pas de mesures
P-PO ₄ ³⁻ moyennes sortantes (mg/l)	2,09	0,85	Pas de mesures
Norme de rejet de P-PO ₄ ³⁻ sortantes (mg/l)	mg/l 2		

Les analyses du phosphore ont été réalisées uniquement pour les stations Terga et Ain Bouchakif. Nous observons dans les figures III. 29 et 30, que la variation des phosphores au cours des années étudiées n'est pas uniforme, cela est due aux types et aux taux du rejet important des eaux usées qui arrivent à la station et qui contiennent probablement des matières riches en engrais pendant la saison estivale, ainsi l'absence du processus de phosphatations dans ces STEP.

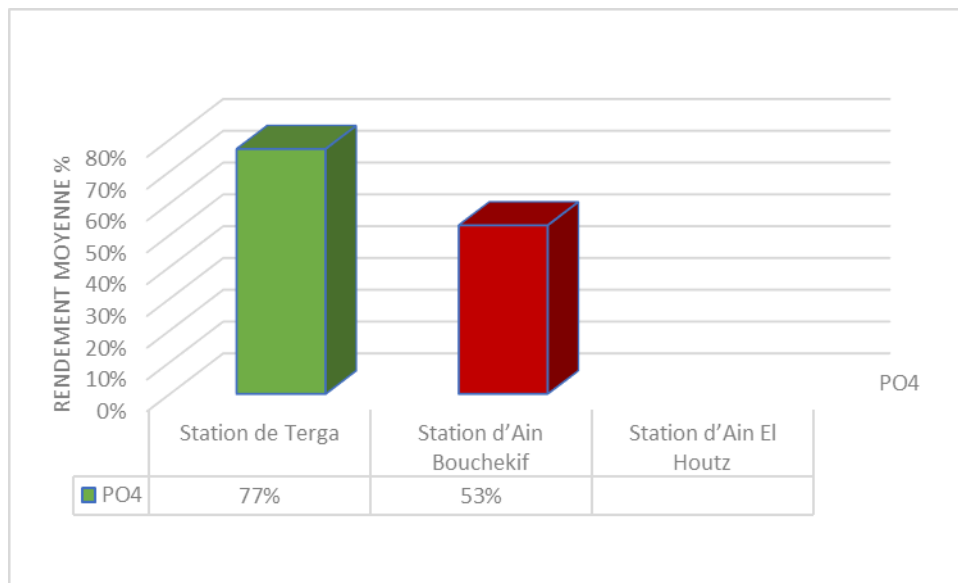


Figure III.31. Variation du rendement P-PO₄³⁻ pour les 2 STEP (2014-2015)

D'après la figure III. 31 nous distinguons que dans toutes les zones d'études, nous avons eu une dégradation moyennement de P-PO₄³⁻. En comparant les rendements moyens d'abattement du P-PO₄³⁻ des deux STEP entre eux. Nous résultons que l'ordre décroissant est comme suit (Terga, d'Ain Bouchekif), avec un pourcentage de 77 %.

Après un aperçu préliminaire des dessins et leur comparaison avec la valeur de la norme définie par l'établissement concerné. Une étude statistique est souhaitable pour définir et clarifier les principales relations existantes entre les paramètres, ainsi une illustration pour les points les plus corrélés en marquant les différentes relations enregistrées dans les cas trouvés.

III.3 données statistiques des Traitements

L'étude des corrélations linéaires bi-dimensionnelles entre les paramètres étudiés nous informe de la force des associations possibles entre eux (Meybeck, M, et al, 1996). Dans la présente étude, associations inter-paramètres, les coefficients de corrélation des éléments analysés ont été calculés séparément pour l'ensemble de données collectées. De plus, l'analyse des facteurs de correspondance a été utilisée pour tenter d'extraire les similitudes et les dissemblances entre les noyaux. Elle permet de projeter un grand point de consigne (différents mois) dans un espace réduit. Réciproquement, chaque axe de facteur contribue à définir la position d'un point donné par rapport au centre de la motte de tous les points projetés. L'analyse de la corrélation a été réalisée à partir d'une matrice de données comprenant des observations qui a été présenté dans la partie suivante.

III.3.1 Analyse statistique pour la STEP de Terga (Ain Témouchent)

Le test de corrélation entre les variables a révélé la présence de plusieurs ensembles.

Tableau III.10 Matrice de corrélation de la STEP de Terga

Variabiles	MES	DBO ₅	DCO	NTK	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	pH	Température
MES	1							
DBO ₅	0.152	1						
DCO	0.063	0.816	1					
NTK	0.156	0.077	0.080	1				
NO ₃ ⁻	0.204	0.153	0.073	0.744	1			
PO ₄ ⁻³	0.725	0.182	0.260	0.142	0.230	1		
pH	0.166-	0.015-	0.010-	0.133-	0.153-	0.261-	1	
Température	0.072-	0.009	0.011-	0.215-	0.236-	0.206-	0.334	1

CHAPITRE III Performances et Analyses Statistiques

L'examen de la matrice de corrélation entre variables illustre la présence de plusieurs ensembles. Chacun d'eux est constitué de valeurs bien reliées entre elles, à savoir :

- Les matières en suspension avec l'ortho-phosphate.
- La demande biologique en oxygène (DBO₅) avec la demande chimique en oxygène (DCO).
- Le nitrate (NO_3^-) avec l'azote khildejl (NTK).

Une forte association significative et positive est observée entre la demande biologique en oxygène (DBO₅) et la demande chimique en oxygène (DCO). :suit écrit comme'équation s'L

$$\text{DBO}_5 \times \text{DCO} = 1,988 \dots \dots \dots (1)$$

- 1) Avec un coefficient de corrélation ($r = 0,816$ et $p < 0,0001$). Cela s'explique par la dégradation de la matière organique par les micro-organismes, dont l'activité et la multiplication nécessitent de l'oxygène.
- 2) Il est noté qu'une forte association significative et positive est constatée le nitrate et l'azote (NTK) ($r=0.74$; $p < 0.0001$). :suit équation sera comme'L

$$\text{NTK} \times 0,3826 = \text{NO}_3 \dots \dots \dots (2)$$

- 3) Enfin une association significative et positive est observée entre les matières en suspension avec l'ortho-phosphate ($r=0.725$; $p<0.0001$). équation peut être formulée 'L :suit comme

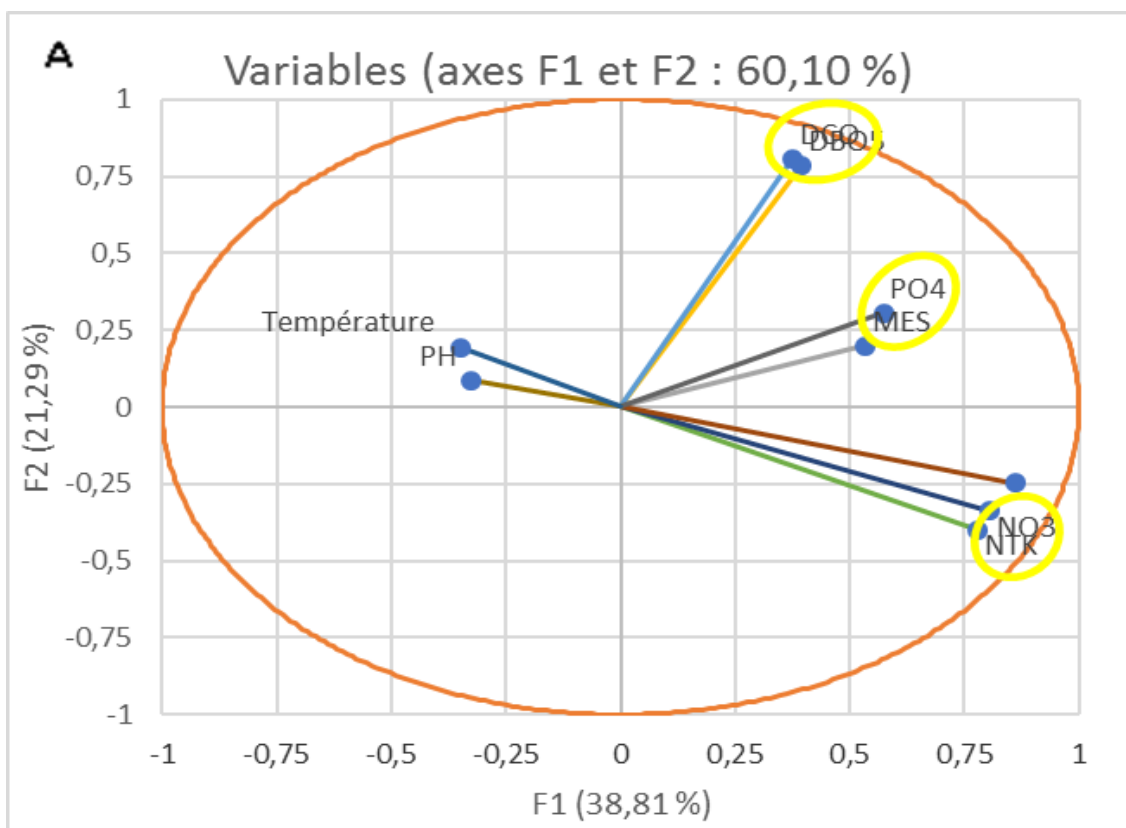
$$\text{MES} = 4,215 \times \text{po}_4^{3-} \dots \dots \dots (3)$$

III.3.1.1 Etude de l'analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse des résultats a montré que la plupart des informations s'expliquent par les deux axes factoriels (Reggam et al., 2015). Les deux axes pris en compte décrivant les corrélations entre les variables ont été retenus seuls en dehors des 60,10% de l'information totale. Il a été remarqué sur la figure III.32 que l'axe 1 indiquait le pôle positif et était composé de

DCO, DBO₅, MES, PO₄³⁻, NO₃⁻, et NTK, avec de bonnes corrélations entre eux. Cependant, l'axe 2 représente un pôle négatif pour les valeurs de température et de pH.

La similitude entre les quatre paramètres (DBO₅, DCO, MES et PO₄³⁻) indique la relation entre MES et les trois autres paramètres. Généralement, les matières en suspension se composent principalement de fractions inorganiques et organiques. Les particules inorganiques sont composées d'argile lithogène, de limon, de sable et de particules résultant des processus chimiques, tels que la précipitation de carbonate de calcium ou la formation d'hydroxydes colloïdaux et de parties biogéniques, notamment le phytoplancton, le zooplancton et les détrit. De plus, les matériaux organiques jouent un rôle vital dans l'écologie marine. Ils fournissent une partie essentielle de l'énergie, des vitamines alimentaires et d'autres besoins pour les bactéries, les plantes et les animaux. L'irrégularité des valeurs du MES avec différentes saisons et années (Figure III.32) pourrait être liée aux processus biologiques, à la quantité et à la qualité des eaux usées rejetées dans la station.



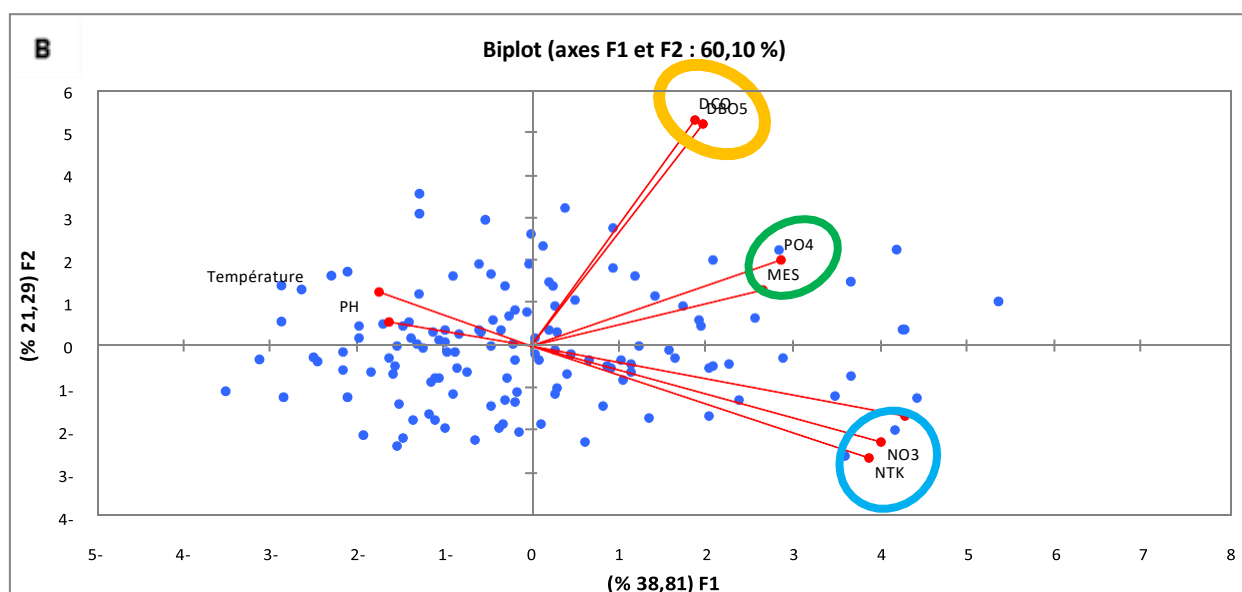


Figure III.32. Approche graphique de l'ACP des paramètres physico-chimiques dans l'eau selon le plan (F1xF2) a : carte factorielle des variables ; b : Carte factorielle des bassins et des campagnes (STEP de Terga)

III.3.2 Analyse statistique pour la STEP d'Ain-Bouchakif(Tiaret)

Tableau III.11 Matrices de corrélation de STEP de Ain-Bouchakif

Variables	MES	DBO ₅	DCO	NO ₃ ⁻	⁺ NH ₄	PO ₄ ³⁻	DO	NO ₂ ⁻	NTK	pH	Temperature
MES	1										
DBO ₅	0.787	1									
DCO	0.063	0.486	1								
NO ₃ ⁻	0.156	0.077	0.319-	1							
⁺ NH ₄	0.204	0.153	0.344	0.285-	1						
PO ₄ ³⁻	0.315	0.194	0.431	0.492	0.027	1					
DO	0.225	0.182	0.142	0.782	0.757-	0.009-	1				
NO ₂ ⁻	0.214	0.165	0.116	0.321	0.425	0.221	0.255-	1			
NTK	0.047	0.091	0.261	0.412	0.152	0.284	0.214	0.162	1		
pH	0.166-	0.015-	0.133-	0.153-	0.121-	0.561	0.063-	0.122	0.006	1	
Temperature	0.072-	0.817	0.215-	0.836-	0.860	0.206-	0.782-	0.211	0.132	0.334	1

CHAPITRE III Performances et Analyses Statistiques

La matrice de corrélation calculée pour tous les paramètres mesurés (2014-2015) dans la zone d'étude a montré :

Une corrélation négative significative entre l'oxygène dissous et la température ($r = -0,782$ à $p < 0,05$) ainsi une association forte et négative a été observée entre les valeurs (Température) et (nitrate) ($r = -0,836$ à $p < 0,05$).

Il a été observé qu'une association forte et positive significative entre les valeurs d'oxygène dissous et le nitrate ($r = 0,782$ à $p < 0,05$). Cela indique que l'élévation de la température de l'eau pendant les saisons chaudes diminue la solubilité de l'oxygène dissous et augmente le processus d'évaporation (**El Oumlouki, K, et al, 2014**). De plus, l'augmentation du taux de consommation d'oxygène dissous due à l'activité croissante d'une bactérie en décomposition conduit à diminuer la concentration en oxygène ; qui à son tour diminue les concentrations de nitrate et augmente les concentrations d'ammonium ($r = -0,757$ à $p < 0,05$).

La corrélation positive est observée entre la température et les concentrations ammonium ($r = 0,860$ à $p < 0,05$). De plus, il existe des corrélations significatives positives entre la DBO₅ et la température de l'eau ($r = 0,817$ à $p < 0,05$) ; de même entre les MES et la DBO₅ ($r = 0,787$ à $p < 0,05$), ainsi qu'entre le pH et les phosphates ($r = 0,561$ à $p < 0,05$).

III.3.2.1 Etude des clusters analysés

L'analyse des clusters divise les données en groupes (clusters) significatifs. Dans certains cas, l'analyse en grappes n'est qu'un point de départ utile à d'autres fins telles que la synthèse. Il a également joué un rôle important dans une grande variété de domaines comme les sciences de l'environnement, la biologie ainsi que les statistiques (**Tan, P, et al, 2005**).

Dans la présente étude, une analyse de clusters a été réalisée sur les 09 paramètres collectés pendant la période 2014-2015 (figure III.33).

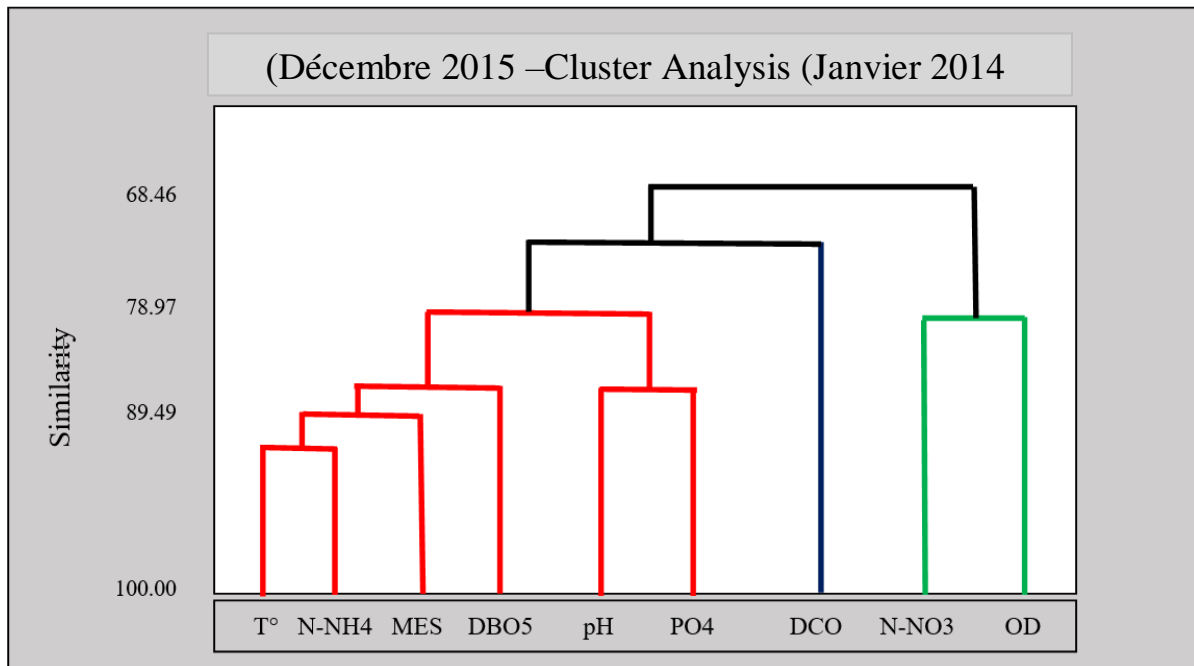


Figure III.33. Dendrogrammes de clusters (2014- 2015)

Les dendrogrammes résultant de cette analyse en grappes (Figure III. 33) montrent deux groupes principaux. Le premier, comprend 7 paramètres, dont la température, l'ion ammonium (NH_4^+), les matières en suspension totales (MES), la demande biologique en oxygène (DBO_5), le pH, les phosphates (PO_4^{3-}), la demande chimique en oxygène (DCO) ; le second groupe, comprend 2 paramètres y compris les nitrates, (NO_3^-) et l'oxygène dissous. Le degré de similitude le plus élevé est observé entre température et NH_4^+ , suivi d'une relation directe entre le pH et les phosphates, tandis que le troisième groupe est observé entre l'azote de nitrates- et l'oxygène dissous avec un degré de similitude moindre. Cela peut être attribué à une tendance de distribution légèrement similaire et tous les paramètres sont affectés par le même type et la même quantité de sources terrestres (zone des bassins versants). Il a été noté à partir de la figures III.33 qu'il y avait une relation directe entre le pH et la concentration de PO_4^{3-} dans l'eau traitée car le processus de précipitation des ions phosphate varie avec le pH. L'augmentation du processus de précipitation dans l'élimination du phosphore a atteint un maximum à une gamme de pH de 5 à 7 (**Minnesota Pollution Control Agency, 2006**). Dans la zone étudiée, les valeurs de pH varient entre un minimum de 7,3 et un maximum de 8,4. Cela explique une concentration plus élevée d'ions phosphate dans l'eau traitée.

CHAPITRE III Performances et Analyses Statistiques

III.3.3 Etude statistique de la STEP d'Ain El Houtz (Tlemcen)

Tableau III.12 Matrices de corrélation de STEP de Ain El-Houtz

Variables	MES	DBO ₅	DCO	NO ₃ ⁻	⁺ NH ₄	NO ₂ ⁻	pH	Temperature
MES	1							
DBO ₅	0.367	1						
DCO	0.063	0.786	1					
NO ₃ ⁻	0.156	0.077	0.319-	1				
⁺ NH ₄	0.204	0.153	0.344	0.285-	1			
NO ₂ ⁻	0.214	0.165	0.116	0.321-	0.425			
pH	0.166-	0.015-	0.133-	0.153-	0.121-	0.006	1	
Temperature	0.072-	0.766	0.215-	0.436-	0.860	0.132	0.334	1

L'examen de la matrice de corrélation entre variables illustre la présence de plusieurs ensembles. Chacun d'eux est constitué de valeurs bien reliées entre elles, à savoir :

- La demande biologique en oxygène (DBO₅) avec la demande chimique en oxygène (DCO).
- La demande biologique en oxygène (DBO₅) avec la température (T°)
- La température (T°) et les concentrations ammonium (NH₄⁺).
- Une forte association significative et positive est observée entre la demande biologique en oxygène (DBO₅) et la demande chimique en oxygène (DCO). Avec un coefficient de corrélation ($r = 0,786$ et $p < 0,0001$). Cela s'explique par la dégradation de la matière organique par les micro-organismes, dont l'activité et la multiplication nécessitent de l'oxygène.
- Une corrélation positive est observée entre la température et la demande biologique en oxygène (DBO₅) avec un coefficient de corrélation de ($r = 0,766$ à $p < 0,0001$).
- Enfin une association significative et positive est observée entre la température et les concentrations ammonium (NH₄⁺). $0.860 = r$ Avec un coefficient de corrélation $(0,0001 > p$

III.3.3.1 Etude de l'analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse des résultats a montré que la plupart des informations s'expliquent par les deux axes factoriels (**Reggam et al., 2015**). Les deux axes pris en compte décrivant les corrélations entre les variables ont été retenus seuls en dehors des 56,78% de l'information totale. Il a été remarqué sur la figure III.34 que l'axe 1 indiquait le pôle positif et était composé de MES, DCO, DBO₅, NH₄⁺, NO₂⁻ et Température, avec de bonnes corrélations entre eux. Cependant, l'axe 2 représente un pôle négatif pour les valeurs de NO₃⁻ et de pH.

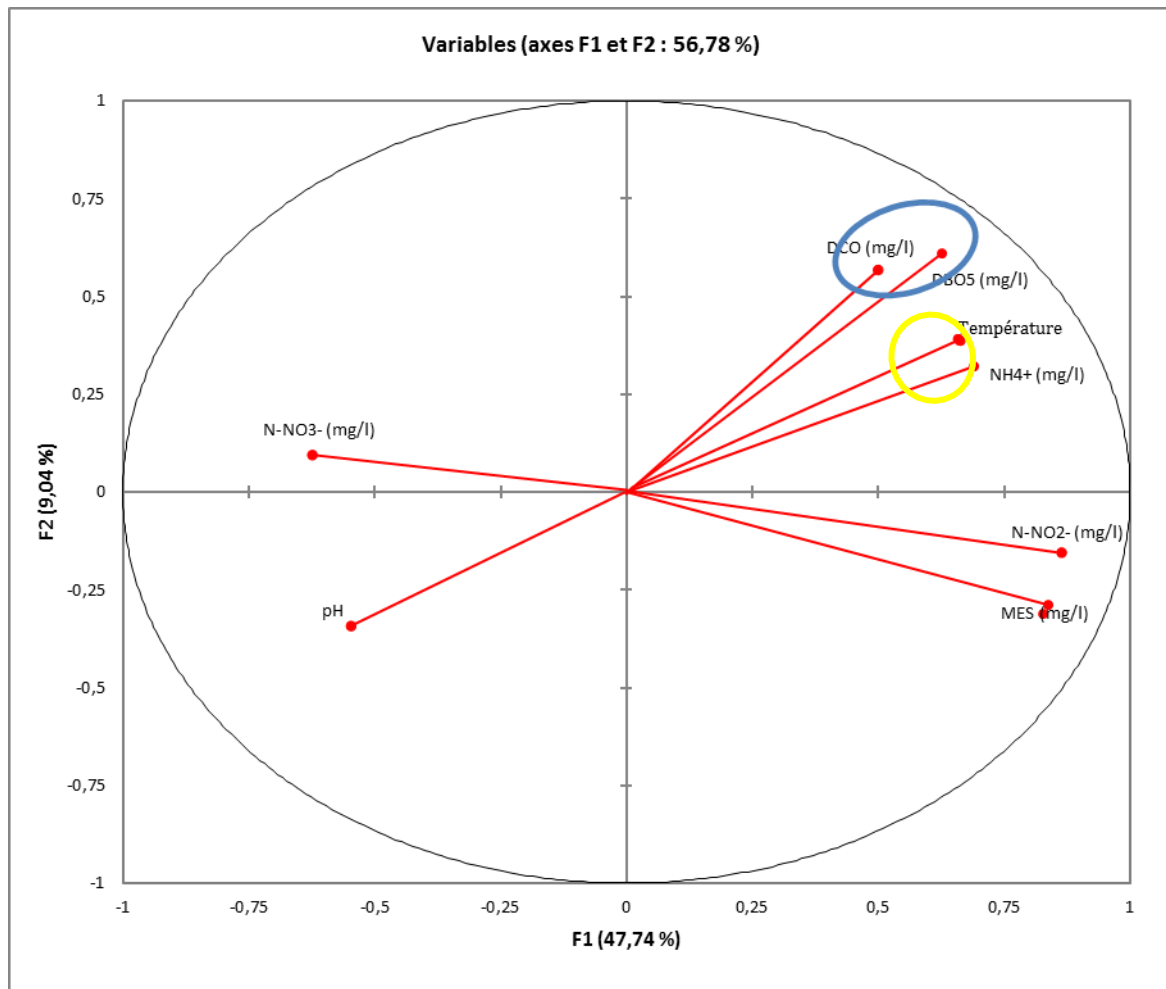


Figure III.34. Approche graphique de l'ACP des paramètres physico-chimiques dans l'eau selon le plan (F1xF2), carte factorielle des variables (STEP d'Ain El Houtz)

III.4 Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'évaluer les résultats obtenus qui conduisent par la suite à conclure les principales performances épuratoires et leur rendement, ainsi de dégager les groupes de corrélation pour l'ensemble des STEP étudiées. On a trouvé pour la station de Terga une relation entre la DBO₅, et la DCO ce qui forme le premier groupe, ensuite une autre relation entre les paramètres de l'azote qui forment le seconde groupe, alors que le troisième groupe est formé de corrélation entre les MES et le phosphate.

Concernant la station de Ain Bouchakif son premier groupe comporte 7 paramètres : dont la température, l'ion ammonium (NH₄⁺), les matières en suspension (MES), la demande biologique en oxygène (DBO₅), le pH, les phosphates (PO₄³⁻), la demande chimique en oxygène (DCO) ; tandis que le second groupe comprend seulement 2 paramètres (les nitrates, (NO₃⁻) et l'oxygène dissous (OD).

Enfin, la station de Ain El Houtz a deux groupes de corrélation : le premier entre la demande biologique en oxygène (DBO₅), et la demande chimique en oxygène (DCO), et le second groupe formé entre la température et l'azote ammonium (NH₄⁺).

Ceci nous a permis d'analyser les performances des trois stations pour cerner tous les détails concernant le fonctionnement de ces dernières, l'analyse des défaillances va faire l'objet du chapitre suivant afin de mieux comprendre tous les aspects liés au fonctionnement.

CHAPITRE IV
Analyses des Défaillances
des STEP

CHAPITRE IV : Analyses des Défaillances des STEP

IV.1. Introduction

La maîtrise des STEP et leurs fonctionnements est souvent fatigant en raison des bouleversements qui peuvent s'y produire et qui sont difficiles à définir et à prévoir. Une simple défaillance détectée, est néfaste dans un environnement où le rendement est nécessaire. Il est donc obligatoire de s'assurer en permanence du bon fonctionnement de la STEP (**Faucher, J, 2009 ; Curely, V, 2014**). Une fois les normes sont dépassées et liées à la non- conformité aux standards de rejet, les dysfonctionnements seront alors analysés en se basant sur l'AMDEC qui analyse les modes de défaillance, afin de trouver les causes, leurs effets et d'essayer de trouver des solutions pour résoudre les problèmes et d'assurer la continuité du fonctionnement correcte de système (**Faucher, J, 2009**).

IV.2. Principaux dysfonctionnements observés dans les stations d'épurations

L'étude nous a permis de constater un ensemble des défaillances qui peuvent être résumés en deux axes : défaillance mécanique et défaillance liée au process. Pour chaque défaillance, un degré de gravité est attribué afin de montrer l'importance de cette défaillance vis-à-vis du fonctionnement de la station d'épuration.

Les degrés de gravité donnés dans le tableau de l'AMDEC sont :

a) mineure Défaillance

C'est une défaillance, qui ne réduit pas l'organisation d'un dispositif et permet à accomplir sa fonction requise ». Elle cause des dommages négligeables soit au système soit à l'environnement.

b) majeure Défaillance

C'est une défaillance, qui risque de réduire l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir sa fonction requise. Elle est appelée également défaillance significative. Elle ne cause pas de dégât notable au système, ni à l'environnement ou à l'homme.

c) critique Défaillance

« Défaillance qui risque de causer des blessures à des personnes ou des dommages sérieux aux équipements ». Cette défaillance entraîne la perte d'une (ou des) fonction(s) essentielle(s) du dispositif avec un impact sur l'environnement, les systèmes et les personnes.

d) catastrophique Défaillance

« Défaillance qui entraîne la perte d'une (ou des) fonction(s) essentielle(s) d'un dispositif en causant des dommages importants au dit système, à l'environnement et peut même entraîner la mort de personne ».

Tableau IV.1 : Type de défaillance et leur degré de criticité

Types	Degré de criticités
Défaillance mineure	1
Défaillance majeure	2
Défaillance critique	3
Défaillance catastrophique	4

IV.2.1. mécanique Défaillance

La défaillance mécanique exprimée par les défauts qui apprêtent dans les pièces en service, soit par un choc (accident) ou bien par une surcharge qui entraîne une déformation permanente ou une rupture de la pièce qui force un arrêt de l'équipement.

Tableau IV.2 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de prétraitement (dégrilleurs) dans le cadre de l'AMDEC

	Dysfonctionnements	Causes	proposés Solutions	Degrés
Dégrilleurs	Panne au niveau du peigne	-Pièce cassée à l'intérieur -Présence d'un élément bloqué Colmatage- Mal fonctionnement-	- .Nettoyage continu - Maintenance suivi périodique et	1
	Corrosion grilles	-Nature des matériaux qui rentrent dans la fabrication de l'ouvrage -Mauvais nettoyage des grilles.	Nettoyé et maintenu en bonnes conditions de fonctionnement en particulier en période hivernale où le gel.	2

	-Bouchage des barreaux - accumulation des dépôts et filasses	-Eau chargée en déchets -Nature et taille des déchets -Vitesse de passage de l'effluent très lente Mauvais nettoyage des grilles	-Nettoyage continu. -Mettre un appareil en signal en cas de présence d'un colmatage. -respecte la vitesse de passage de l'eau.	3
	Casse des grilles	-Vitesse de passage d'effluent très élevée - Eau trop chargée -Nature et taille des déchets	Présence des pièces d'échange en cas de panne. - Contrôle et maintenance des organes	4

Tableau IV.3 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de prétraitement (Dessableurs / déshuileur) dans le cadre de l’AMDEC

	Dysfonctionnements	Causes	Solution proposés	Degrés
Dessableurs / déshuileur	Problème au niveau des pompes souffleuse d’air	- Une pièce cassée dans la pompe - élément bloque le fonctionnement de pompe -Colmatage de la pompe par le sable Mal fonctionnement-	- .Nettoyage continu - Maintenance suivi périodique et Nettoyage périodique - .des pompes -présence des pièces d’échange de chaque type de pompe en cas de panne.	1
	-Présence des particules sable ou huile à la sortie	Temps insuffisant pour la décantation de particule -un sous-dimensionnement de l’ouvrage -Eau trop chargé.	-Respecter la vitesse de sédimentation de la particule. -Optimiser le temps de séjour dans l’ouvrage. .radier Nettoyage de-	2
	-Surcharge de débit au niveau de .ouvrage’l	-Eau chargée en déchets -Vitesse de passage de l’effluent très rapide par rapport à la vitesse de décantation - Mauvais nettoyage de l’ouvrage.	-Nettoyage et vérification périodique. -Récupération du sable. - l’emplacement des appareils de mesure de volume à l’entrée de .ouvrage’l	3

	- la Casse de pont racleur. Fissure - dans ouvrage'l	-Une panne dans le mécanisme de fonctionnement. -Mauvaise qualité de fabrication. -Construction ancienne de l'ouvrage.	Présence des pièces d'échange en cas de panne. - Contrôle et maintenance des organes. - Une télégestion pour détecter et alerter les problèmes déclenchés.	4
--	---	--	--	---

Tableau IV.4 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de traitement biologique (ouvrage de bassin d'aération) dans le cadre de l'AMDEC

	Dysfonctionnements	Causes	proposés Solutions	Degrés
aération'Bassin d	-Arrêt des aérateurs de surface	-Pannes des pièces intérieures -Surcharge électrique -Arrêt du moteur -Qualité des pièces fabriquées -Mal utilisés	-Met un système d'appareils automatique pour détecter les problèmes mécaniques	4
	- Perte d'efficacité du B. A	-Panne au niveau de aérateurs - Bouleversement de l'eau et la boue	-Réserve des pièces d'échange -Détecter le problème des pannes ou bien changer le système d'aération. - l'harmonisation homogénéisation et crée un équilibre de l'effluent	4
	Fissure - dans ouvrage'l	- de Mauvaise qualité .fabrication - ancienne Construction ouvrage'l de - Trop de vibration causée par les turbines	- Contrôle et maintenance des organes. -Renforcement des murs qui portent les turbines	4

Tableau IV.5 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour la phase de traitement terrassière (clarificateur) dans le cadre de l'AMDEC

	Dysfonctionnements	Causes	proposés Solutions	Degrés
Clarificateur	Colmatage des - canalisations extraction'd	-Eau trop chargée -Absence de nettoyage	Nettoyage et - suivi périodiquement	3
	Arrêt des ponts- racleur de surface Problèmes au- niveau de la goulotte interne du sur clarificateur ou les montants du pont racleur, sur le puits central du clarificateur ou sur le puits de recirculation	-Casse des pièces -Surcharge électrique -Arrêt du moteur -mauvaise qualité des pièces fabricants. - Fissure et fuite au niveau du clarifier - du détérioration racleur	Réserve des pièces - échange'd Contrôle et maintenance-	4

IV.2.2. process Défaillance liée au

Les principaux dysfonctionnements observés au niveau des STEP sont liés au dépassement des paramètres par rapport à leurs normes, on a remarqué un excès en matières en suspension (MES), demande biologique en oxygène (DBO₅), demande chimique en oxygène (DCO), azote ammoniacale (NH₄⁺), nitrite (NO₂⁻), nitrate (NO₃⁻), ortho phosphates (PO₄³⁻), azote de Kjeldahl (NTK).

IV.2.2.1. suspension Matières en

Les résultats d'analyses de MES obtenus sur la période d'étude ont conduit à noter les primordiales défaillances concernant les MES et leurs causes. Ils sont présentés dans le tableau IV.6, où chaque défaillance estime des corrections possibles.

IV.2.2.2. Demande biologique et chimique en oxygène (DBO₅) et (DCO)

Les analyses de (DBO₅) et (DCO) qui ont été faite représentent un dépassement remarquable. Le tableau IV.6 illustre les principales défaillances avec leurs causes et degrés de gravité.

Tableau IV.6 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour les MES, DBO₅ et DCO dans le cadre de l'AMDEC

	Dysfonctionnements	Causes	proposés Solutions	Degrés
Des problèmes liés au fonctionnement de processus	problème au - dessableur/ déshuileur	- Eau chargée où nutriments et matières organiques	-Maintenance et le suivi continu des organes	1
	-Dépôts au fond et accumulation de matière sableuse	-Longe période de l'effluent dans le bassin -Problème au niveau du racleur de fond	-Nettoyage continu - Les équipements en place doivent permettre une évacuation quotidienne .des dépôts	2
	-Présence des particules sable à la sortie -Surcharge de débit au niveau de ouvrage'l	-Temps insuffisant pour la sédimentation (ne pas respecter le temps nécessaire pour que l'effluent soit débarrassé des sables)	-Respecter la vitesse des particules et limiter le temps de séjour de décantation - Diminuer le volume traité et installés des capteurs qui mesurent le temps.	2
	-Arrêt total de fonctionnement du procédé	- Fissure et fuite au niveau du bassin.	-Vérification et contrôle d'organe. - recycler l'eau et refaire le traitement.	4

IV.2.2.3 Les matières azotées

D'après les figures qui cite les matières azoté , toutes les concentrations en ammoniac, nitrite, nitrate ainsi l'azote de Kjeldahl varient dans une gamme supérieure à la norme fixée par le règlement Algérien. Le tableau IV.3 résume les défaillances et leurs causes, ainsi leurs corrections possibles. Aussi, pour chaque défaillance, un degré de gravité est attribué pour montrer l'importance de la défaillance vis-à-vis du fonctionnement de la station d'épuration.

Tableau IV.7 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées pour les matières azotées dans le cadre de l’AMDEC

Dysfonctionnements	Causes	proposés Solutions	Degrés
- Mal oxygénation au niveau du B.A -Mauvais réglage des aérateurs. -Diminution en O ₂ dissous	- Augmentation de la température de l’eau -Forte charge polluante -Fortes masses bactériennes.	- emplacement de .oxygène’capteur d - suivi et avoir une bonne gestion pour le réglage de système.	3
-Apparition des mousses et boues noires	-Présence de détergents dans les effluents reçus - Raccordement probable d’industriels. -un effluent de sortie turbide (croissance bactérienne Dispersée). -Une boue de couleur claire et faiblement concentrée dans le bassin d’aération. -Une microfaune représentée par des bactéries libres et des protozoaires de type Flagellés. -l’apport important de matières organiques colloïdales (sang,) ou à l’arrivée d’hydrocarbures. -Arrivée d’un toxique ayant provoqué la destruction d’une part importante de la biomasse.	- Rechercher et traiter la source d’apport de tensioactifs -une limitation de la charge à traiter (<i>by-pass</i> transitoire) pour diminuer la charge massique et faciliter la floculation. -L’apport de biomasse extérieure de bonne qualité (IB<150 mL.g-1 de MES*). -ajout de coagulant’L- .floculant	3
-Nitrification faible Et - Dénitrification faible	-une sous-charge .organique - oxygénation’d taux élevés - Age des boues trop faible : extraction trop importante (boue jeun) - Temps d’anoxie court dans bassin d’anoxie. - recirculation taux de	- des Diminuer l’extraction .boues - l’aération Augmenter - Vérifier l’absence de toxiques, le pH et la température de l’effluent. - Diminuer l’oxygénation du bassin d’aération (zone d’anoxie). - .recirculation Augmenter la	4

	.des boues importantes - Présence des éléments Inhibiteurs - aération trop faible. Dans la zone de contact. -une température élevée permettant une croissance rapide des bactéries nitrifiantes.	- Découvrir la source des éléments inhibiteurs. -Respecter le temps de séjours.	
-Forte quantité des graisses et huiles Boues - faiblement agglomérées	- eau chargée en matière d’huile et graisse (source industriels) -La mort de masses bactériennes.	- et suivi quotidien .Maintenance - installation d’une source d’énergie cas de coupure. -Mettre des appareils pour optimiser les charges et les concentrations de l’effluent, de boues et masse microbienne.	4

(IV.2.2.4. Ortho phosphates (PO₄³⁻

Les teneurs en (PO₄³⁻) ; analysées sur la période d’étude, montrent une variation instable et des dépassements importants. Ce qui est due principalement à une déphosphatation au niveau du bassin d’aération ainsi, qu’au niveau du clarificateur.

Tableau IV.8 : Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques Solutions spécifiques proposées pour les PO₄³⁻ dans le cadre de l’AMDEC

Dysfonctionnements	Causes	Solutions proposés	Degrés
Fermentation - .des boues	- Eau chargée au fertilisant phosphate (source agricole). -un défaut de raclage du radier (mauvaise adaptation de la racle au décrochée radier ou racle	-recycler l’eau dans le B.A et refaire le traitement	4

CHAPITRE IV Analyses des Défaillances des STEP

<p>-Dépôts de boues au fond de raider et accumulation la masse de boues noir</p>	<ul style="list-style-type: none">--- Apparition d'une couche de mousse à la surface du clarificateur-Problème au niveau du racleur de fond.- de colmatage extraction 'd canalisation épaisseur'l vers	<p>Nettoyage continu-</p> <ul style="list-style-type: none">- Les équipements en place doivent permettre une évacuation quotidienne des dépôts.	<p>4</p>
--	--	---	----------

Foisonnement	-Type bactérie filamenteuse La mort des bactéries. -Temps de séjour très important. -Mauvaise gestion d'extraction des boues. -Indice de boue supérieur ou égal à 200 mL.g ⁻¹ . -Une détérioration de la qualité du rejet en cas de perte de boue épisodique ou chronique. -un floc légèrement floconneux avec un volume décanté important. -Type de la pollution à traiter (Combinaison de l'eau résiduaire, évolution dans le temps, défauts aux déséquilibres nutritifs)	-Respecter et limiter le temps de séjour de B.A et clarificateur - . Identification des filaments, et l'installation d'un traitement spécifique. -Suivi de l'indice de boue -Une homogénéité entre extraction et recirculation -Vérification et contrôle d'organe. -. Maintenance des équipements	4
			4

IV.3. STEP Incidents rencontrés dans les

Il est mentionné qu'il y avait un arrêt total (stop) de fonctionnement de la STEP de Ain El Houtz pendant 3 mois en 2015 (janvier, février, mars) grâce à un entretien général de la STEP à cause d'une pièce de la vidange de fond du deuxième décanteur qui s'est endommagé. Ce qui a mis toute la station hors service. Aussi la STEP a connu des problèmes tels que :

- La remonte des boues dans le clarificateur qui 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, parce que le taux de recirculation n'est pas très élevé, ce qui indique que les boues restent trop longtemps dans le fond de bassin.



Figure IV.1 : la remonte des boues (21/12/2015)

- Pareillement on a noté une absence totale de l'appareil de débitmètre à l'entrée de la STEP, ce qui entrave à connaître le débit traité journalier et de calculer d'autres paramètres tels que la concentration de MES, DBO₅...etc.
- L'absence d'un échantillonneur automatique pour les échantillons composites (chaque heure on doit prendre un échantillon). Cela conduit forcément à des incertitudes dans les mesures.

Selon le plan d'équipements on a noté :

- Une détérioration de dégrilleur (la chaîne et les râteliers) sont cassés ce qui oblige à les faire changer. Généralement le problème provient par les rejets directement des déchets dans les avaloirs par les agents de nettoyages ou bien les citoyens.



Figure IV.2 : panne mécanique au niveau dégrilleur (24/06/2014)

- Le nettoyage et la vidange des bacs à sables est une tâche difficile pour les ouvriers. Ils se font avec une pelle à la main, ce qui implique une pause dans le système de fonctionnement,



Figure IV.3 : Bacs de sable chargés

- Pour l'homogénéisation de la liqueur mixte, les mélangeurs du fond de bassin d'aération, étaient malheureusement tous en panne. Le problème résume dans la tige qui relie le moteur et les hélices. La panne est causée par l'accumulation des cheveux et des fils, qui nécessite à les faire changer par d'autres.
- Endommagements complets des lits de séchage surtout la couche de drain (gravier et sable). Il y'a des effondrements qui rendent la couche de boues non cohérente, donc des points qui se séchent rapidement et d'autres non.



Figure IV.4 : Lit de séchage détérioré

La STEP de Ain Bouchakif, au cours de son fonctionnement nous avons observé qu'ils y avaient :

- ❖ Détérioration des pièces, ainsi des pannes mécaniques de la turbine qui dégradent le fonctionnement de processus dans le bassin d'aération.
- ❖ Identiquement on a noté un problème au niveau des pièces du décanteur qui servaient à faire fonctionner le pont racleur qui s'étaient pratiquement cassées ce qui a engendré sa mise hors service, et donc la station clarifié ces eaux avec un seul décanteur.
- ❖ Un incident s'est reproduit pour la station d'Ain Bouchakif, au niveau de la chaîne de prétraitement où arrêt total pour le pont racleur de dessableurs.
- ❖ Un arrêt presque total pour les turbines et les agitateurs de surfaces, causé par l'infrastructure.



Figure IV.5 : Infrastructure du bassin d'aération (04/2014)

- ❖ Une panne dans la goulotte et le racleur de surface pour le clarificateur.



Figure IV.6 : Bulking des boues (05/2014)

Ces anomalies produisent par conséquent une mauvaise odeur autour de la STEP, ce qui rend la STEP inefficace au cadre d'abattelements des matières polluées et mettre pratiquement la STEP hors service. Cela nécessite par la suite une intervention immédiate pour rénover la chaîne de traitement et régénérer les équipements de l'usine.

Par contre un bon rendement et une grande efficacité ont été remarqués au niveau de la STEP de Terga, ce qui conduit à conclure qu'il y a une bonne maîtrise avec un très bon gestionnaire au niveau de l'exploitation de l'usine.

Donc la majorité des incidents trouvés sont en relation directe avec le dysfonctionnement du bassin d'aération, ce qui a été démontré dans l'arbre de défaillance et dévoilé dans la figure IV.7.

N.B: ● = Evénement nécessaire à développer

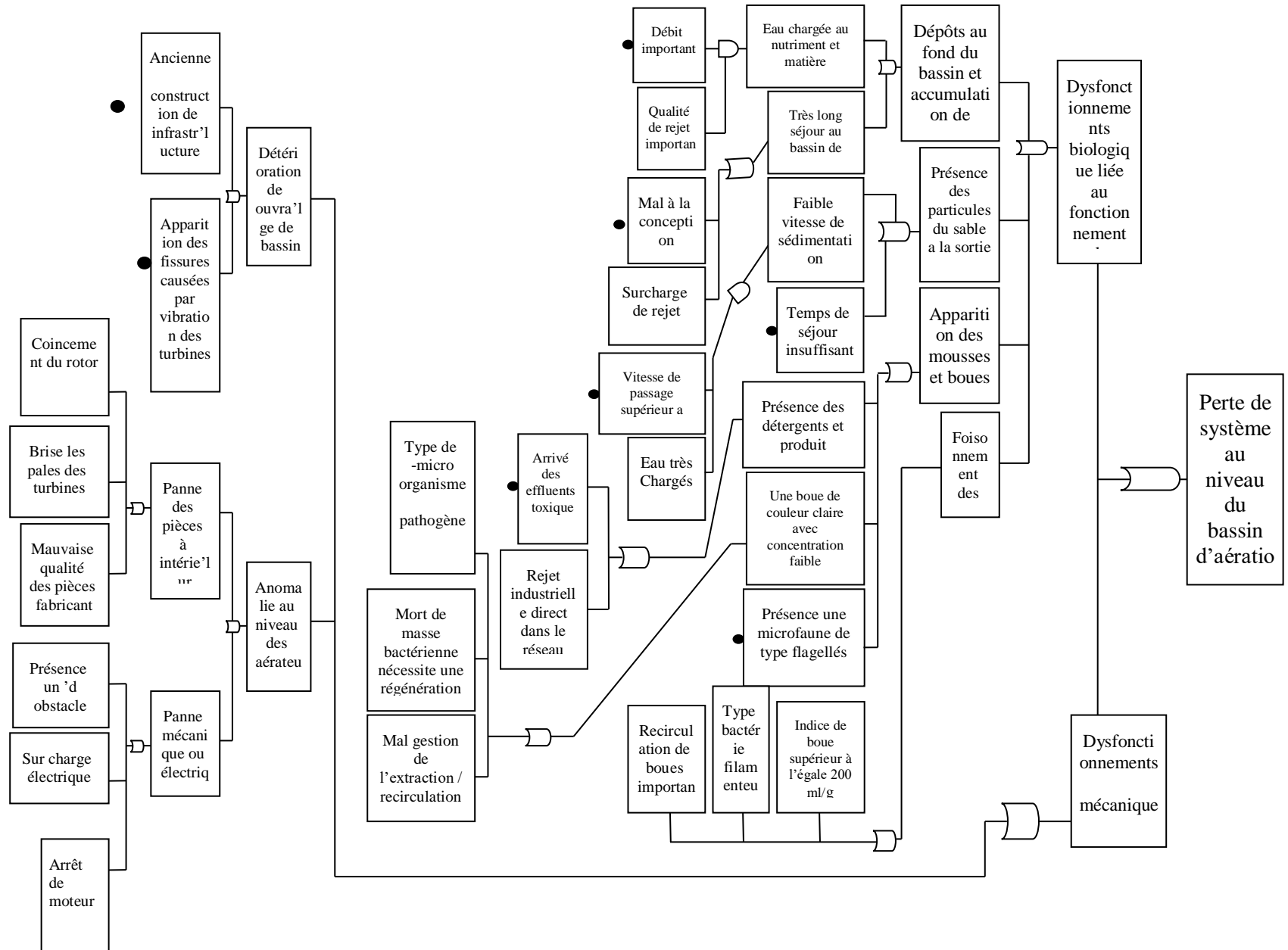


Figure IV.7 : Arbre de défaillance pour l'anomalie au niveau du bassin d'aération

IV.4. Axes d'amélioration proposés pour les STEP

Selon le diagnostic des résultats obtenus nous constatons plusieurs anomalies qui sont sélectionnées. Et afin de minimiser les défaillances et les dysfonctionnements qui existent au niveau des STEP, en vue d'améliorer son rendement et ses performances épuratoires sachant que ses eaux épurées sont destinées à l'irrigation, des solutions sont proposées dans cette partie. Pour garantir la fonctionnalité et l'optimisation de l'usine, nous vous proposons quelques solutions :

- ❖ Un bloc de stockage pour l'ensemble de toutes les pièces spécifiques de chaque procédé pour éviter de longue attente de livraison en cas de panne.
- ❖ Construire des abris pour les lits de séchage en cas d'intempéries et éviter des recirculations continues de boues de l'épaississeur vers le bassin d'aération.
- ❖ Inclure des analyses microbiologiques au laboratoire. Placer des dispositifs et des détecteurs pour la mesure d'oxygène dissous, de même pour les concentrations des boues dans les décanteurs et le bassin d'aération pour savoir le temps de vidange.
- ❖ Penser à faire une décantation primaire pour réduire la teneur en MES.
- ❖ Installation des équipements pour la déshydratation de la boue.
- ❖ Penser à faire une Coagulation-Floculation suivie d'une décantation primaire lorsque les eaux usées sont non biodégradables.
- ❖ télégestion Intégrer un système de
- ❖ Encourager les agriculteurs pour récupérer les boues et les utiliser comme fertilisant.

IV.5 Conclusion

L'application de la technique d'AMDEC et l'arbre de défaillance nous a permis de donner une conception et vision précise et bien détaillée sur les principaux endommagements qui provoquent les dysfonctionnements qui peuvent être arrivés dans les STEP. Aussi ces deux techniques permis de gérer les problèmes qui gênent le bon fonctionnement et qui nécessite des interventions rapides et tolérables afin de garantir la continuité correcte et d'assurer le bon fonctionnement de l'unité.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

La purification des eaux usées est une chaîne successive des étapes de traitement qui visent à dépolluer l'eau usée avant son rejet dans le milieu aquatique ou bien sa réutilisation, pour un aspect de réduire les effets nocifs sur l'environnement et parfois de l'exploiter à l'irrigation. Ce qui pousse l'humanité à construire les stations d'épurations et même d'autres systèmes d'épuration intensifs ou extensifs (lit bactérienne, disque biologique, lagunage), pour servir à épurer ces eaux. Une station d'épuration est majoritairement installée à l'extrémité d'une ville. Plusieurs principes sont exploités dans les STEP soit, physiques ou biologiques. Le plus souvent, c'est le processus biologique, car il fait intervenir des micro-organismes capables de décomposer et réduire la matière organique. La pollution maintenue dans la station d'épuration est transfigurée sous forme de boues. La conception des dispositifs est liée et calculée en fonction de la qualité des eaux usées rejetées sur le réseau ainsi que le type de pollutions à traiter. Il existe nombreux éléments qui contrôlent le système d'épuration et engendrent la survenue des dysfonctionnements et des anomalies au niveau de la STEP. La recherche scientifique et la nouvelle technologie permettent à proposer des solutions pour faire face et résoudre ces problèmes.

La sûreté de fonctionnement est une approche multidisciplinaire qui permet d'avoir une façon de réagir face aux problèmes de système, ainsi répondre à des exigences socio-environnementales qui ont été devenues dérangeantes et embarrassantes. Cet accès autorise le contrôle des systèmes technologiques ainsi d'évaluer la fiabilité et la sécurité des installations industrielles, qui tentent essentiellement à développer des approches statistiques pour l'exploration des anomalies et d'instruire des modélisations pour mieux diriger l'unité et évoluer la fonctionnalité dans la STEP. Dans ce travail, une étude de fiabilité des performances a été menée sur les STEP de (Terga, Ain Bouchakif, Ain El Houtz), qui ont été pris comme un modèle des STEP à boues activées. L'objectif de ce travail est d'étudier certains paramètres sélectionnés (DBO_5 , DCO , MES , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , T° , pH , NTK et PO_4^{3-}) dans plusieurs échantillons d'eaux usées traitées de la station de traitement des eaux usées (STEP) située dans l'ouest d'Algérie. Avec l'application de l'AMDEC qui permet à désassembler le système STEP en des éléments et de déterminer selon le calcul de criticité les incidents les plus délicats. On finalise par l'arbre de défaillance pour indiquer l'ensemble des combinaisons d'événements et les conditions qui peuvent aboutir à cet événement.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'interprétation des résultats obtenus et l'étude de l'analyse statistique a permis de conclure que :

❖ Pour la station de Terga (Ain Témouchent) :

Les valeurs de tous les paramètres de pollution trouvées à la sortie de la STEP respectent les normes de rejet.

- Les valeurs de la température et pH relevées de la STEP sont conformes à la norme durant les périodes 2014 et 2015, ce qui favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence.
- Les rendements d'abattement et d'élimination des MES, DBO₅, DCO sont de l'ordre de 94%. Ces valeurs sont pratiquement constantes et restent très au-dessous de la norme de rejet ce qui montre l'efficacité de traitement.
- Les valeurs de l'Azote de Kjeldahl NTK à la sortie de la STEP, au cours de la période d'étude (2014 et 2015), restent au-dessous de la norme de rejet (< 40 mg/l).
- Les valeurs des nitrates (NO₃⁻) dans l'eau traitée sont dans l'ensemble inférieures à la norme de rejet (5 mg/l). À l'exception de certains légers dépassements, mentionnés dans les mois janvier, mai, et juillet de l'année 2014, et le mois d'avril pour l'année 2015.
- Une particularité aux taux de la concentration de phosphore de (PO₄³⁻) ou les valeurs dépassent les normes de rejet, processus de déphosphoration n'est pas efficace.

❖ Cependant la STEP de d'Ain El Houtz (Tlemcen) connaît :

- Un rendement d'élimination de l'ordre 95% pour les MES, 82% pour la DBO₅ et 81% pour la DCO avec certains dépassements qui ont été trouvés par rapport aux normes en vigueur.
- Une apparition importante au taux de concentration de NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, à la sortie de la STEP. Avec un rapport d'abattement très faible environ 31% pour le NO₂⁻, et 61% pour NH₄⁺. Ce qui conduit à dire qu'il y a une mauvaise dégradation de la matière organique ce qui rend l'eau néfaste pour le milieu aquatique.

CONCLUSION GÉNÉRALE

- ❖ A propos de la STEP de Ain Bouchakif (Tiaret) les résultats présentés évoquent des dépassements remarquables pour l'ensemble des paramètres de pollution avec un très faible rendement épuratoires enregistré de l'ordre 65,62 %. Ce qui oblige à repasser l'eau à la chaîne de traitement et la faire circuler une seconde fois avant de la rejeter dans le milieu récepteur.

Les principales défaillances détectées sont en lien directe aux dépassements des concentrations des paramètres de pollution, ainsi les pannes des équipements, ce qui entraîne des anomalies au niveau de l'unité et dans le fonctionnement de processus de traitement. Les défaillances que nous avons enregistrées pour les STEP sont :

- Corriger les défaillances prioritaires qui sont liées aux paramètres de NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , DCO, DBO_5 , afin d'assurer une bonne qualité du rejet pour l'environnement récepteur pour qu'il ne soit pas affecté et de garantir le bon fonctionnement du système.
- Des dépassements au-delà des normes de rejet ont été également observés, (pour l'ensemble des paramètres pour la STEP de Ain Bouchakif).
- Un déficit lié aux lits de séchages (mauvaise gestion de l'ouvrage).
- Augmentation importante de la concentration des boues dans les bassins biologiques rend les boues vieilles ce qui cause la remontée des boues dans le clarificateur.
- Un dégrilleur est endommagé et irréparable,
- L'absence d'une vanne principale et d'un débitmètre à l'entrée des STEP.
- Les bacs à sables avec les mélangeurs au fond des bassins d'aération sont endommagés.

Pour cela nous avons proposé des solutions à mettre en place pour améliorer les rendements épuratoires et de renforcer la fiabilité d'usine.

Parmi les solutions proposées :

- ✓ L'installation d'une vanne murale à l'entrée de la STEP, pour assurer les mesures de débit.
- ✓ L'installation d'un nouveau dégrilleur mécanique pour l'alternance et le nettoyage.
- ✓ L'installation d'un séparateur de sables pour remplacer les actuels.

CONCLUSION GÉNÉRALE

- ✓ L'installation de la déshydratation mécanique des boues.
- ✓ L'ajout des adjuvants dans les bassins d'aérations comme solution préventive et curative à la remontée des boues.
- ✓ Placer des dispositifs de mesure d'oxygène dissous et de pH dans le bassin d'aération pour obtenir une bonne dégradation par les micros organismes.
- ✓ Mettre des dispositifs de détection à la concentration des boues dans les décanteurs pour s'avoir à quel moment en doit faire l'extraction ou la recirculation.

C'est dans ce sens que l'AMDEC et l'arbre de défaillances sont développées pour l'issue et diagnostiquer les STEP (Ain Bouchakif, d'Ain El Houtz, et Terga). Ces méthodes (AMDEC, AD) ont permis d'avoir une vision globale sur l'ensemble de l'instruction étudiée, et de détecter les anomalies présentées dans le système, afin d'avoir une stratégie pour répondre aux questions indispensables.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Albrecht Arnend E. (1967). "Aerated Grit Operation, Design and Chamber", Water and Sewage .335–Works, vol. 114, no. 9, pp. 331

Asano Takashi. (1998), "Wastewater Reclamation and Reuse", Water Quality Management Library,

Brown Amber, Matlock Marty D. (2011) "A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies."

Burmester David E, Kimberly M Thompson. (1997), "Using Lognormal distributions and Lognormal Probability Plots In Probabilistic Risk Assessments", Human and Ecological Risk assessment, Vol. 3, No. 2, pp. 235-255.

Canler, Jean-Pierre, Alain Liénard, Alain, Héduit, Philippe Duchène (Cemagref).(2001). Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités . Ministère de .-092852-11-ISBN 2 –l'Agriculture et de la pêche

Canler Jean-Pierre. (2004).Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – ISBN 2-11-092860-3; Cemagref Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration.

Cauchi, Hyvrard ; Nakache ; Schwartzbrod ; Zagury, Baron ; Carre ; Courtois ; Denis ; Dernas ; Larbaigt ; Derangere ; Martigne, Seguret, (1996). Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. .118-81 : Techniques, Sciences et Méthodes, 2

Cierkensa Khan, Nopensa Ivane, Keysera Wiper, Van Hullea, Soth Planoa, Elbert Torfsa, Yahi Amerlincka, Liman Benedettic, Aulie van Nieuwenhuijzend, Sian Weijersd and Jan De Jonged. (2012). doi:10.2166/wpt.2012.03 ,Technology Vol 7 No 2 Water Practice

Conway Declan. (2010) "The Impacts of Climate Variability and Future Climate Change in the Nile Basin on Water Resources in Egypt," International Journal of Water Resources Development, 12(3), pp. 277–296. doi: 10.1080/07900629650178.

Curely Véronique. (2014). Support du cours pour BTS maintenance des systèmes, option systèmes de production - ex BTS maintenance industrielle. .05.06.2014 Publié le

Daukss Paul. (2006), "Design Considerations for Screening", Presented at Michigan Water Environment Association Process Seminar, GrandRapids, Michigan, 12 pages.

Debieche Taha Hocine (2002). Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : Application à la basse plaine de la Seybouse - Nord- Est Algérien. .Comté-univ. de Franche'Thèse de doctorat, de l

Dufournet Raymond. (1974). "Traitement des eaux usées", Techniques de l'ingénieur, C670, Editions

El Oumlouki Kamel, Moussadek Rizk, Zouahri Amel. (2014). Parameters of water quality, 2 Environmental Protection, Mater. .About. Sci. 5. 133. doi: 3 10.1017/CBO9781107415324.004

Faby Jaun A, Brissaud Firnand. (1997), "L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation", Office International de l'Eau, France, 76 pages.

- Fair Gimi M, Geyer Jans C. (1954)**, "Water Supply and Waste-Water Disposal", John Wiley & Sons, New York, USA, 611 pages.
- FAO (2002)** THE STATE OF FOOD AND AGRICULTURE 2002. ,Rome .Italy
- FAO (2006)** "World agriculture : towards 2030 / 2050 Interim report," (June).
- Faucher Jean. (2007)**. Pratique de l'AMDEC (Assurez la qualité et la sûreté de fonctionnement de vos produits, équipements et procédés). Série Performance industrielle, WWW.dunod.com"
- Faucher Jean. (2009)**. AMDEC Practice (Ensure the quality and safety of your products, equipment and processes). Paris. Dounod. ISBN 10: 210053016x .2nd ed
- Faucher Jean, (2004)**. Pratique de l'AMDEC (Assurez la qualité et la sûreté de fonctionnement de vos produits, équipements et procédés), Série Performance industrielle.
- Gaid Albert. (1993)**, "Traitement des eaux usées urbaines", Techniques de l'ingénieur, C5220, Editions T. I., Paris, France, 28 pages.
- Garbus Robio O. (2006)**, "Types of Pumps" in G. M. Jones, (ed.), "Pump Station Design", Elsevier, New York, pp. 1137–1139.
- Ghoualem Saouli Hafida, (2007)**. Evaluation de la charge polluante, traitements biologique des eaux urbaines de la commune de Zéralda. un pilote. Thèse de Doctorat USTHB'Conseption d .Algérie
- GLS (2007)**, Le traitement des boues urbaines dans les stations d'épuration de taille inférieure à 5000 EH. Memotec ; 2007. Rapport n 22
- Guillerm Romaric. (2011)**. Guillerm. Intégration de la sûreté de fonctionnement dans les processus d'ingénierie système. .Toulouse III. Français -Automatique / Robotique. Université Paul Sabatier
- Guilloteau Jean A. (1992)**. Traitement des eaux résiduaires par infiltration percolation. Thèse doc P.21. 170.
- Günther L, T. Dockhorn, N. Dichtl, J. Müller, I. Urban, L. C. Phan, D. Weichgrebe, K. H. Rosenwinkel, N. Bayerle (2008)**. Technical and scientific monitoring of the large-scale seaborne technology at the WWTP Gifhorn 3
- Hamiche Ali Mohamed, Stambouli Abd Baki. and Flazi Samir. (2015)** "A review on the wate and energy sectors in Algeria: Current forecasts, scenario and sustainability issues," Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41(14), pp. 261–276. doi: 10.1016/j.rser.2014.08.024.
- Henze Mogens, Harremoës Pole, Jansen Comeau, Arvin Eline, (1996)**. Waste water treatment : biological and chemical processes, Springer, p114, 55-85.
- Humbert Judicael, Lhomme Jeannine. (2012)**. Nouvelle méthode pour l'analyse de la criticité des dispositifs médicaux en exploitation (MACE), QPO12 : Communication professionnelle de projet, automne 2012.

Ihp -UNESCO (2011) “The impact of global change on water resources”, International hydrologicale prorgamme, p 3-20.

Imhoff, Kiran, Imhoff Kimo R. (2007). "Taschbuch der stadtentwässerung", [Measurement of Liquid Flow in Open Channels—Parshall and Sanitary Flumes], Ooldenbourg industrie verlag München, Germany, 508 pages.

Immerzeel, Wiliame, Droogers Pilo, Terink Winy. (2011) “Middle East and North Africa Water Outlook,” 31(April), p. 120. Available at: <http://www.futurewater.nl/uk/projects/mena/>

Journal Officiel De La République Algérienne, n° 04. (2006).

Junger Farabegoli. (2000). The reuse of urban wastewater in agriculture: European Research on Treated Wastewater Reuse in Agriculture. .pages Urban Technology Network Project 10th, 7

Keulertz Mikaile , Sison Sojamo, Jime Warner, Jean A Allan. (2016) “Material Factors for the Mena Region : Data Sources , Trends and Drivers

Lakhlifi Milode, Omar El Rhaouat, Donia Belghyti, and Kamel El Kharrim, (2017). International Journal of Innovation and Applied Studies . ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 2 May. 2017, pp. 724-730. Innovative Space of Scientific Research Journals. <http://www.ijias.issr-journals.org/>

Landy, Gérard. (2007). AMDEC Pratique, 2° édition, AFNOR.

Lazarova Viane, Gaïd Alert., Rodriguez-Gonzales Jaun. (2003), "L’intérêt de la réutilisation des eaux usées: Analyses d’exemples mondiaux", TSM Techniques, Sciences et Méthodes, génie urbain géni rural, n° 9, pp.: 64-85.

Marey Aletide. (1997). Impact d'une démarche qualité en sécurité transfusionnelle sur la prescription, l'optimisation des circuits, la traçabilité, Expérience du CHRU de Lille, Unité et Comité de Sécurité Transfusionnelle et d'Hémovigilance.

Megdiche Malik. (2004). Sûreté de fonctionnement des réseaux de distribution en présence de production décentralisée. Sciences de l'ingénieur [physics]. Institut National Polytechnique de Grenoble – INPG

Megdiche Malik, (2004). Megdiche M., Sûreté de fonctionnement des réseaux de distribution en présence de production décentralisée, Thèse de Doctorat en Génie Electrique, INP de Grenoble.

Mehaignerie P , Ornano M. (1979). Lagunage naturel et lagunage aéré procédés d'épuration des petites collectivités. Ministère de l'environnement et du cadre de vie, Agence de bassin Loire-Bretagne. 19p

Meisel, R. M., Babb, S.J., Marsh, S. F., & Schlichting, J. P. (2007). The executive guide to understanding and implementing Lean Six Sigma: the financial impact, ASQ, Quality Press.

Merieme Tahri, Majdouline Larif Hajar, Quabli Mohamed, Taky Mahacine, Elamrani Azzedine, (2015). « Étude Et Suivi Des Performances Des Traitements Primaire Et Secondaire Des Eaux Usees De La Station D'épuration De Marrakech ».

Merzoug Dahman, Khiari Ali, Aït Boughrous Ahmed, Boutin Cifou. (2010). Hydroécologie Appliquée, 17 (2010) 77–97-14-69-89-10

Messahel Mpnem, Council Willms. (2007) “Water Saving in Mediterranean Agriculture & Future Research Needs,” 3, pp. 235–247-365-587-120

Metahri Mohammed Saïd, (2012). Élimination Simultanée De La Pollution Azotée Et Phosphatée Des Eaux Usées Traitées, Par Des Procédés Mixtes. Cas De La Step Est De La Ville De Tizi- Ouzou, thèse de doctorat, p 27.

Metcalf Eddy (2003), "Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal", 4 th ed., McGraw-Hill, New York, USA, 1819 pages.

Meybeck Melek, Friedrich Gion, Thomas Rolen, Chapman Dilor. (1996). Rivers, Water quality 25 assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment 26 monitoring, Chapman edition, 2 ed. .E & FN Spon, London

Minnesota Pollution Control Agency (2006) “Phosphorus Treatment and Removal Technologies,” (June), pp. 1–5.

Mintu BThuleswar. (2015). N. “Application of Six-Sigma Methodology in Effluent Treatment Plant...International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181 IJERTV4IS090618 www.ijert.org .Vol. 4 Issue 09.

Miquel Gérard, (2003). «la qualité de l’eau et de l’assainissement en France» ed sénat pp 254-256. .290p

Mohammadkhani Shali Soheil, (2007), Contribution a l’étude de la redondance dans les ponts : analyses des mécanismes de défaillance par surfaces de réponse, thèse de doctorat Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Office International de l'Eau (O. I. Eau 2005). Centre National de Formation aux Métiers de l'Eau.

ONA: Assainissement’Office National d (Tlemcen)

Racault Yanni. (1997), "Le lagunage naturel, Les leçons tirées de 15 ans de pratique en France", CEMAGREF éditions, Agence de l'eau Loire-Bretagne, France, 64 pages.

Reggam Aali, Housam Bouchelaghem ,Mohamed Houhamdi. (2015). Qualité Physico-Chimique des Eaux de l’Oued Seybouse (Nord-Est de l’Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes PrincipalesJ. .2508-ISSN : 2028 .1425-Mater. Environ. Sci. 6 (5) (2015) 1417

Robescu Lacramioara Diana. (2015). Improvement project to be implemented in a Romanian WWTF, project “Continuous improvement strategy for increasing the efficiency of wastewaters treatment facilities in the Black Sea coastal states – CISWastewater”,2.2.3.72546.202,

Rodier Jean. (2005). L’analyse de l’eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8 eme .Edition. Dunod, Paris

Rodier Jean. (2009). L’analyse de l’eau, 9° édition, DUNOD, 2009.

Rose Jean B, Farrah Sian R , Friedman Diégo, Riley Kima, Hamann Cieal L, Robbins Miean. (1999). Public evaluation of advanced water for potable application. Ed, Water Science and Technology, 40, 247- 252.

Rouabhia Abd El Kader, Djabri Lahsan, (2010). .67-55 08 ,Larhyss Journal

Roudi-Fahimi, F., Creel, L. and De Souza, R.-M. (2002) “Finding the Balance : Population and Water Scarcity in the Middle East and North Africa,” *Population Reference Bureau*, 1, pp. 1–8.

Rowe Donal R, Abdel Magid Imyan M. (1995), "Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse", CRC Press, 576 pages.

Sadowski Anade. (2002), "Traitement des eaux usées urbaines", CIRSEE, ENGEES, Strasbourg, France, 418 pages.

Sawicki, Jerzy M. (2004), "Aerated Grit Chambers Hydraulic Design Equation", Journal of Environmental Engineering, Vol. 130, N° 9, pp. 1050–1058.

Spangler Jiiane.(2006)."The Grit of the Nitty Gritty", Presented at Michigan Water Environment Association Process Seminar, Grand Rapids, Michigan, USA, 2 pages.

Steel Ellbert W, McGhee Tomas J. (1979), "Water Supply and Sewerage", 5th ed., McGraw-Hill, New York, pp.: 456–467. .T. I., Paris, France, 38 pages

Tan Pier-N., Steinbach Milan, Kumar Viero. (2005) “Chap 8 : Cluster Analysis: Basic Concepts and Algorithms,” Introduction to Data Mining, p. Chapter 8. doi: 10.1016/0022-4405(81)90007-8.

Terink, W., Immerzeel, W. W. and Droogers, P. (2013) “Climate change projections of precipitation and reference evapotranspiration for the Middle East and Northern Africa until 2050,” International Journal of Climatology, 33(14), pp. 3055–3072. doi: 10.1002/joc.3650.

Thunberga. A, Medoca. M, Bäckmanb. J, (2016). Water Practice & Technology Vol 11 No 2342 doi: 10.2166/wpt.2016.037.

UN Water, (2015). Wastewater Management. A UN-Water Analytical Brief, retrieved from:http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/UNWater_Analytical_Brief_Wastewater_Management.pdf.

USEPA, (1990). U.S. Environmental Protection Agency: Nitrogen control, Technomic, ISBN 1-56676-135-2, 311 p.

Vahid, Nourani, Gozen, Elkiran , S. I. Abba, (2018). IWA Publishing 2018 Water Science & Technology Analyse des performances d'une station d'épuration en utilisant l'intelligence artificielle une approche d'ensemble Vol. 10, CRC Press LLC, New York, USA, 1528 pages

Wang Zifely-Y, Lee Jean Himon W, Melching Ciman Sifo. (2015) “Water Quality Management,” River Dynamics and Integrated River Management, (202), pp. 555–631. doi: 10.1007/978-3-642-25652-10

WEF (1998), "Design of Municipal Wastewater Treatment Plants", 4th ed., Water Environment Federation Manual of Practice 8, Alexandria, Virginia, pp. 1001–1070.

Wenting Zhu, Xiangzi Leng, Huiming Li, Ruibin Zhang, Rui Ye, Xin Qian, (2015). Application du modèle QUAL2K pour concevoir un environnement écologique schéma d'épuration des effluents traités des eaux usées traitement à base de plantes.IWA Publishing 2015 Water Science & Technology | 72.12 |.

Wilson, Gifan, Tchobanoglous Gonan, Griffiths Jeian. (2007), "The Nitty Gritty: Grit Sampling and Analysis", Water Environment & Technology, pp.: 64–68.

World Data Info (2018), Population growth in Algeria. Available at: www.worlddata.info.

Zwengelstein Giron, (1995). Diagnostic des défaillances (théorie et pratique pour les systèmes industriels), Traité des nouvelles technologies – série diagnostic et maintenance, Notion de risques, 30-53p.

ANNEXE

DECRETS

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Jomada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Jomada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Décète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercuré total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

ANNEXE II

TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITEES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS

1 - INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :

a - Abattoirs et transformation de la viande :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS
Volume /quantité	m3/t carcasse traitée	6	8
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ₅	g/t	250	300
DCO	"	800	1 000
Matière décantable	"	200	250

b - Sucrierie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	6-9	6-9
DBO ₅	mg/l	200	400
DCO	"	200	250
MES	"	300	350
Huiles et graisses	"	5	10

c - Levurerie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	6,5 - 8,5
DBO ₅	mg/l	100	120
DCO	"	7 000	8 000
MES	"	30	50

d - Brasserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	9 - 10,5
DBO ₅	g/t de malt produit	250	300
DCO	"	700	750
MES	"	250	300

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

e - Corps Gras :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ₅	g/t	200	250
DCO	"	700	800
MES	"	150	200

2 - Industrie de l'Energie :**a - Raffinage de pétrole :**

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Débit d'eau	m ³ /t	1	1,2
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DBO ₅	g/t	25	30
DCO	"	100	120
MES	"	25	30
Azote total	"	20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Phénol	g/t	0,25	0,5
Hydrocarbures	g/t	5	10
Plomb	mg/l	0,5	1
Chrome 3+	"	0,05	0,3
Chrome 6+	"	0,1	0,5

b - Cokéfaction :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
DBO ₅	mg/l	30	40
DCO	"	120	200
Phosphores	"	2	2
Cyanures	"	0,1	0,1
Composés d'Azote	"	35	40
Indice Phénols	"	0,3	0,5
Benzène, Toluène, Xylène	"	0,08	0,1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	"	0,08	0,1
Sulfure	"	0,08	0,1
Substances filtrables	"	40	50

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

3 - Industrie mécanique :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5- 8,5	5,5- 8,5
DCO	mg/l	300	350
Cyanure	"	0,1	0,15
Cuivre	"	0,7	1
Nickel	"	0,7	1
Zinc	"	2,5	3
Plomb	"	0,7	1
Cadmium	"	0,5	1
Hydrocarbures	"	15	20
Phénol	"	0,5	1
Métaux totaux	"	20	25

4 - Industrie de transformation des métaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Cuivre	mg/l	1.5	2
Nickel	"	2	2,5
Chrome	"	1,5	2
Fer	"	5	7,5
Aluminium	"	5	7,5

5 - Industrie de minerais non métallique :**a - Céramique :**

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2

b - Verre :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
MES	"	0,3	0,5
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

PH : Potentiel d'hydrogène
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

c - Ciment, plâtre et chaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

6 - Industrie de textile :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	6,5-8,5	6-9
DBO ₅	mg/l	150	200
DCO	"	250	300
Matière décantable	"	0,4	0,5
Matière non dissoute	"	30	40
Oxydabilité	"	100	120
Permanganate	"	20	25

7 - Industrie de tannerie et mégisserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
DBO ₅	mg/l	350	400
DCO	"	850	1000
MES	"	400	500
Chrome total	"	3	4

PH : Potentiel d'hydrogène**DBO₅** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours**DCO** : Demande chimique en oxygène**MES** : Matière en suspension