

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان
Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen
Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique



MEMOIRE

Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de master en **Hydraulique**
Option : Ouvrages Hydraulique

THEME

Modélisation de la performance d'une station d'épuration par le processus
d'analyse hiérarchique, cas de station d'épuration de complexe de Sebdou

Soutenu le : 27/09/2021

Présenté par :

M^{elle} : BENAISSA Ammaria

M^{elle} : BERRACHED Karima

Devant les membres de jury :

M^r BESSADIK MADANI

Président

M^r BOUMEDIENE MAAMAR

Examineur

M^{me} LALLAM FAIZA

Encadreur

M^{me} ABDELBAKI CHERIFA

CO - Encadreur

Année universitaire : 2020 / 2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements



Avant tout propos, nous remercions "Allah" le tout puissant qui nous a donné la sagesse et la santé pour faire ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier tout d'abord nos deux encadreur Madame **LALLAM FAIZA** et Madame **ABDELBAKI CHERIFA** d'avoir rempli parfaitement leurs rôles et pour les orientations précieuses dont elles nous ont fait part. Nous leurs devons beaucoup pour leurs confiances qu'elles nous ont témoigné et pour leurs encouragements et conseils qu'ils nous ont prodigué.*

*Nous tenons aussi à remercier profondément les membres du jury monsieur **BOUMEDIENE Maamar** et monsieur **BESSADIK Madani** pour leurs disponibilité, leurs écoute, leurs conseils et d'avoir accepté d'examiner cette mémoire.*

*Un remerciement spécial à madame **BENSAFIA Djamila** l'ingénieure de la station d'épuration des eaux usées du complexe textile de Sebdou --Tlemen - pour son encouragement, son écoute , son disponibilité malgré leur occupation et son aide précieuse dans la collecte des données nécessaires pour cette étude.*

BENAISSA.A ET BERRACHED.K



DEDICACE



Je tiens à dédier ce modeste travail :

A l'homme de ma vie, mon deuxième demi, la source de joie et patience, mon soutien moral et l'encouragement : à toi mon père.

A mon cœur, mon esprit, la source de joie et ma deuxième œil : à toi ma mère

A ma très cher sœur : Djihane et mes deux chers frères : Ahmed et Walid

A toutes ma famille de Benaissa et Derras

A mon chère binôme : BERRACHED Karima

A mes cher amies spécialement : Hayet, Amina, Sarah, Salma, Narimène, Ahlem, Bouchra, Zineb, Fatima, Salsabil, Chaimae et Habiba

A mes chères amies d'Hydrauliques : Karima, Amel, Kawther B, Farida, Rahima, Wafae, Halima, Sarah, Kawther Kh et Amina

A mes collègues de promotion d'Hydraulique : OH & HU

A mon enseignante de français Mde DERRAR Sihem que j'aime.

A qui est toujours m'aidé et encouragé : Sidi Mohamed

A tous ceux qui m'ont donnée la force de continuer pour être l'ingénieure de future

Ammaria





DEDICACE



Je dédie ce travail :

A ceux qui m'ont appris la patience, la détermination et la persévérance, à ceux qui accompagné dans les bons et les mauvaise moments, à qui m'a donné la volonté d'atteindre ce stade, mon frère MAAMAR, sont comme mon second père. Lui dédie ce succès, je l'aime beaucoup, et j'espère que Dieu le bénira avec ce qu'il Ya dans son cour.

A mes chers parents généreux, que Dieu prolonge leur vie.

A mes chers frères : Maamar, Hamou, Fethi, Masoud

A mes neveux sœurs : Ikram, Zoulikha, A ma nièce Meriem

A la femme de mon frère qui m'a soutenu.

A tous la famille BERRACHED, BELLIL et BOUBKER

A ma chère sœur et mon binôme : BENAISSA Ammaria.

A mes chères sœurs : TALEH Abir, Dounia, Souhila, Sihem, Khaira.

A mes chères amies d'hydraulique : Ammaria, Amel, Farida, Rahima, Khather, Halima, Wafaa.

A mes collègues de promotion d'hydraulique : OH et HU

A tous qu'on m'enseigné de puis l'école primaire jusqu'au l'université.

Karima



Résumé

Notre mémoire porte sur l'étude de tous les dysfonctionnements affectant la continuité du travail de la station d'épuration des eaux usées industrielles du complexe textile de Sebdou.

En Premier lieu, on a mené une étude sur une série de données journalières (une période de neuf ans) des analyses physico-chimiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

En deuxième lieu, on a présenté la méthode d'analyse hiérarchique AHP. Ce processus nous a permis de déterminer un score de dysfonctionnements de chaque étape du traitement des eaux usées et quantifié l'influence de chaque critère sur le fonctionnement ou non de la station d'épuration.

Mots clés : dysfonctionnements, la station d'épuration des eaux usées industrielles pour complexe textile DENITEX de SEBDOU, analyse hiérarchique AHP, analyse physico-chimique.

Abstract:

Our thesis concerns the study of all the dysfunctions affecting the continuity of the work of the industrial wastewater treatment plant of the Sebdou textile complex.

First, a study was carried out on a series of daily data (a period of nine years) of the physico-chemical analyzes of wastewater entering and leaving the WWTP.

Second, the AHP hierarchical analysis method was presented. This process allowed us to determine a malfunction score for each stage of wastewater treatment and quantified the influence of each criterion on the operation or not of the treatment plant.

Keywords: malfunctions, the industrial wastewater treatment plant for the DENITEX textile complex in SEBDOU, AHP hierarchical analysis, physico-chemical analysis.

المخلص

ان الهدف من دراستنا يقتضي على دراسة جميع الاختلالات التي تؤثر على استمرارية عمل محطة معالجة مياه الصرف الصناعي لمجمع نسيج سبدو. أولاً، تم إجراء دراسة على سلسلة من البيانات اليومية (لمدة تسع سنوات) من التحليلات الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي الداخلة والخارجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي. ثانياً، تم تقديم طريقة التحليل الهرمي لـ AHP. سمحت لنا هذه العملية بتحديد درجة عطل لكل مرحلة من مراحل معالجة مياه الصرف الصحي وتحديد تأثير كل معيار على تشغيل محطة المعالجة أو لا.

الكلمات المفتاحية: الأعطال، محطة معالجة مياه الصرف الصناعي لمجمع المنسوجات DENITEX في سبدو ، التحليل الهرمي AHP ، التحليل الفيزيائي والكيميائي.

Tables des Matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Tables des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Listes des abréviations	
Introduction générale	1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES ET LEUR TRAITEMENT

INTRODUCTION :	5
I. TRAITEMENT DES EAUX USEES :	5
I.1. DEFINITION ET OBJECTIF D'EPURATION DES EAUX USEES :	5
I.2. DIFFERENTS TYPES DE POLLUANTS :	6
I.2.1. La pollution physique :	6
I.2.2. La pollution chimique	7
I.2.3 Pollution mineral	8
I.2.4 La pollution microbiologique [4]:	8
I.3. LES PARAMETRES DE MESURE DE LA POLLUTION DES EAUX RESIDUAIRES :	8
I.3.1. Les paramètres physiques :	8
I.3.2. Les paramètres chimiques :	9
I.3.3. Les matières volatiles en suspension (MVS) :	10
I.3.4. L'azote total kjeldahl ntk:	10
I.3.5. Le phosphore total Pt :	11
I.3.6. Les paramètres microbiologique :	11
I.4. PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES URBAINES :	12
I.4.1. Prétraitement :	12

I.4.2. Traitement primaire :	14
I.4.3. Traitement secondaire (traitement biologique):	15
I.4.4. Clarification :	18
I.4.5. Traitement tertiaires ou complémentaire :	19
I.4.6. Traitement des boues :	19
II. LES DYSFONCTIONNEMENTS SUSCEPTIBLES DANS LES STEP :	20
II.1. LA NATURE DES EAUX USEES :	20
II.2. LE NON RESPECT DES NORMES DES REJETS :	21
II.3. LE DEBIT D'ALIMENTATION :	21
II.4. PROBLEMES D'ENTRETIEN :	23
II.5. PROBLEMES MECANIQUES :	23
II.5.1. Problème d'aération :	23
II.5.2. Dysfonctionnement lié aux agitateurs :	23
II.5.3. Bouchage des conduites :	24
II.5.4. Problème de colmatage des pompes :	24
II.6. PROBLEMES BIOLOGIQUES :	24
II.6.1. Les problèmes avec bactéries filamenteuses :	24
II.6.2. Débordement de lit de boue (Niveau anormal du lit de boue) :	26
II.6.3. Vieillessement des boues :	26
III. L'EAU USÉES INDUSTRIEL :	26
III.1. ORIGINE DE LA POLLUTION DES EAUX USEES INDUSTRIELLES	26
III.1.1. Eaux des circuits de refroidissement [4]:	26
III.1.2. Eaux de lavage des sols et machines : [4]	27
III.1.3. Eaux de fabrication : [4]	27
III.2. LA DIFFERENCE ENTRE LES EAUX USEES INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES :	27
CONCLUSION :	28

CHAPITRE II : PRESENTATION DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU

INTRODUCTION :	30
I. DESCRIPTION DU COMPLEXE DE TEXTILE DENITEX DE SEBDOU :	30
II. LES CARACTERISTIQUES DU COMPLEXE :	31
II.1. LA SUPERFICIE :	31
II.2. DOMAINE D'ACTIVITE :	31
II.3. PROCES DE FABRICATION :	31
II.4. LES PRINCIPAUX PRODUITS FABRIQUES :	31
II.5. CAPACITE DE PRODUCTION :	32
II.6. INTRANTS UTILISES :	32
II.7. BATIMENTS :	32
II.8. NOMBRE DE TRAVAILLEURS :	32
II.9. L'UTILISATION DES EAUX :	33
II.10. LES PRODUITS CHIMIQUES UTILISENT :	33
III. LES PHASES DE TRAITEMENT APPLIQUEES DANS LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU :	33
III.1. DESCRIPTION DE LA STEP :	33
III.2. LES PROCEDES D'EPURATION UTILISER DANS LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU :	34
III.2.1. Prétraitement :	34
III.2.2. Bassin de mélange et d'égalisation N°1 :	35
III.2.3. Bassin de mélange rapide et de neutralisation :	36
III.2.4. Flocculateur-clarificateur (séparation de boues et eaux claire):	37
III.2.5. Bassin de mélange et égalisation N°2 :	38
III.2.6. Bassin de traitement biologique (eau claire + boue) :	39
III.2.7. Bassin de clarifications finales 1 et 2 :	41
III.2.9. Traitement des boues :	42
III.3. DIMENSIONNEMENT DE LA STEP :	43

III.3.1. Panier de dégrillage-dessablage :	43
III.3.2. Bassin de mélange et égalisation N°1 :	43
III.3.3. Bassin de mélange rapide et de neutralisation :	44
III.3.4. Bassin de flocculateur - clarificateur :	44
III.3.5. Bassin de mélange et égalisation N°2 :	44
III.3.6. Bassin de traitement biologique :	44
III.3.7. Bassin de clarification finale :	45
III.3.8. Bassin de post chloration :	45
III.3.9. Epaisseur de boue :	45
III.4. LE DEBIT ENTRANT ET SORTANT DE LA STEP :	46
III.5. LE NETTOYAGE DES BASSINS :	47
CONCLUSION :	47

**CHAPITRE III : ETUDE DES PERFORMANCES D'UNE STATION
D'EPURATION – CAS DE LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU –**

INTRODUCTION :	50
I. RESULTATS ET DISCUSSIONS :	50
I.1. LE Ph :	50
I.2. LA TEMPERATURE :	51
I.3. LA CONDUCTIVITE :	53
I.4. DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE :	55
CONCLUSION :	57

INTRODUCTION :	59
I. PROCESSUS D'ANALYSE HIERARCHIQUE (AHP : Analytic Hierarchy Process) :	59
II. LA PROCEDURE DE L' AHP :	59
II.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	59
II.2. ETABLISSEMENT DE LA MATRICE DE JUGEMENT :	60
II.3. DETERMINATION DE POIDS :	61

II.4. LA COHERENCE DE JUGMENT :	62
III. LES AVANTAGES DE LA METHODE MULTICRITERE AHP :	64
CONCLUSION :	65

**CHAPITRE V : Application de l’AHP pour étudier la performance d’une station
d’épuration – cas de la STEP du complexe textile de Sebdou –**

INTRODUCTION :	67
I. METHODOLOGIE :	68
II. PRETRAITEMENT :	69
II.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	70
II.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	70
II.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE PRETRAITEMENT :	72
II.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU PRETRAITEMENT :	74
III. MELANGE ET EGALISATION N°1 :	75
III.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	75
III.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	76
III.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°1 :	77
III.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°1 :	78
IV. BASSIN DE MELANGE RAPIDE ET NEUTRALISATION :	78
IV.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	78
IV.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	79
IV.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE MELANGE RAPIDE ET NEUTRALISATION :	80
IV.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE MELANGE RAPIDE ET NEUTRALISATION :	81
V. BASSIN DE FLOCCULATION – CLARIFICATEUR :	81
V.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	81
V.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	82
V.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE FLOCCULATION – CLARIFICATEUR :	83

V.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE FLOCCULATION – CLARIFICATEUR :	83
VI. BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°2 :	84
VI.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	84
IV.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	84
VI.3. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°2 :	85
VII. TRAITEMENT BIOLOGIQUE :	85
VII.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	85
VII.2. COMPOSITION DES MATRICES DES COMPARAISONS BINAIRES :	86
VII.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :	88
VII.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :	89
VIII. BASSIN DE CLARIFICATION FINALE :	89
VIII.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	89
VIII.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	90
VIII.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE CLARIFICATION FINALE :	91
VIII.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :	93
IX. BASSIN DE POSTE DE CHLORATION :	93
IX.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	93
IX.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	94
IX.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE POSTE DE CHLORATION :	95
IX.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE POSTE DE CHLORATION :	95
IX. BASSIN DE TRAITEMENT DES BOUES :	96
X.1 LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :	96

X.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :	96
X.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE TRAITEMENT DES BOUES :	97
X.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE TRAITEMENT DES BOUES :	98
XI. CLASSIFICATION DE L'ETAT DE DYSFONCTIONNEMENT :	98
XI.1. EXEMPLE D'APPLICATION :	98
XI.1.1. Le score de dysfonctionnement des facteurs externes en état de neige :	98
XI.1.2. Le score de dysfonctionnement des facteurs internes du bassin de traitement des boues :	99
XI.1.3. Le score de dysfonctionnement des facteurs internes du bassin de poste de chloration.	100
XI.2. DYSFONCTIONNEMENTS RENCONTRES DANS LA STATION D'EPURATION DU COMPLEXE TEXTILE DENITEX :	100
CONCLUSION :	102
Conclusion générale	104

Référence Bibliographiques

Webographie

Annexes

Listes des figures

Figure (I.1) : Un DBO mètre	10
Figure (I.2) : Cycle de l'azote	11
Figure (I.3) : Cycle du phosphore	11
Figure (I.4) : Les trois phases d'épuration des eaux usées.	12
Figure (I.5) : Dégrilleur des eaux usées	13
Figure (I.6) : Schéma de dégrilleur	13
Figure (I.7) : Un dessableur	14
Figure (I.8) : dégraissage/Déshuilage	14
Figure (I.9) : Bassin d'aération du complexe de Textile SOITINE - Nedroma –	15
Figure (I.10) : Un lit bactérien	16
Figure (I.11) : Disque biologique.	16
Figure (I.12) : Schéma de principe d'une filière par boues activées.	17
Figure (I.13) : Un clarificateur	19
Figure (I.14) : Schéma d'un fonctionnement d'une station d'épuration	20
Figure (I.15) : Canalisation bouchée	24
Figure (I.16) : Les bactéries filamenteuses.	25
Figure (I.17) : Phénomène de moussage dans une station d'épuration : (a) : moussage blanc, (b) : moussage brun	25
Figure (II.1) : Localisation géographique du complexe textile Sebdou sur la carte de la wilaya de Tlemcen.	31
Figure (II.2) : L'étape de dégrillage des eaux usées industrielles et sanitaires séparément	35
Figure (II.3) : Bassin de mélange et d'égalisation N°1.	36
Figure (II.5) : Structure de l'acide Sulfurique (H₂SO₄).	37
Figure (II.6) : Flocculateur – Clarificateur.	38
Figure (II.7) : Le déflecteur à bord dentelés.	38
Figure (II.8) : Bassin de mélange et égalisation N°2.	39
Figure (II.9) : Bassin de traitement biologique.	39
Figure (II.10) : Le compresseur fonctionné.	40
Figure (II.11) : Bassin de clarification finale.	41
Figure (II.12) : Poste de chloration.	42

Figure (II.13) : La press à boue.....	42
Figure (II.14) : La quantité de boues extrait	43
Figure (II.15) : Schéma général de la STEP du complexe de Sebdou.	46
Figure (III.1) : Variation journalière du Ph des eaux usées (2012-2020).	51
Figure (III.2) : La température journalière des eaux usées à la sortie.....	51
Figure (III.3) : La température journalière des eaux usées à la sortie des années 2013, 2015, et les mois Juin et Juillet.	52
Figure (III.4) : La température journalière des eaux usées à la sortie des années 2016 et 2020 et les mois Juin et Juillet.	53
Figure (III.5) : La conductivité journalière des eaux usées (2012- 2015).....	54
Figure (III.6) : Variation journalière de la conductivité des eaux usées à la sortie (2012, 2014 et 2015).	54
Figure (III.7) : Variation journalière de la conductivité des eaux usées à la sortie (2013).	55
Figure (III.8) : Le DCO journalier des eaux usées de l'année 2012 jusqu'au 2020.	55
Figure (III.9) : DCO journalier des eaux usées à la sortie de la STEP du l'année 2020....	56
Figure (III.10) : DBO5 journalier des eaux usées de l'année 2012 jusqu'au 2020.....	56
Figure (IV.1) : La structure Hiérarchique de la méthode AHP	60
Figure (IV.2) : l'organigramme de L' AHP	64
Figure (V.1) : Etapes de traitement des eaux usées pour la station de SEBDOU.	68
Figure (V.2) : l'algorithme de modèle numérique.....	69
Figure (V.3) : La structure hiérarchique du prétraitement	70
Figure (V.4) : La structure hiérarchique de bassin de mélange et égalisation N°1.....	76
Figure (V.5) : La structure hiérarchique de bassin de mélange rapide et neutralisation.....	78
Figure (V.6) : La structure hiérarchique du bassin de Flocculation – Clarificateur.....	81
Figure (V.7) : La structure hiérarchique de bassin de mélange et égalisation N°2.	83
Figure (V.8) : Schéma de la structure hiérarchique du bassin de traitement biologique....	85
Figure (V.9) : Schéma de la structure hiérarchique du bassin de clarificateur finale.....	88
Figure (V.10) : La structure hiérarchique du bassin de post de chloration.....	93
Figure (V.11) : La structure hiérarchique de bassin de recyclage de boue.....	95

Listes des tableaux

Tableau (L1) : Les différents types de dégrillages.	13
Tableau (L2) : Comparaison entre les types du traitement biologique [20].	17
Tableau (L3) : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (Journal Officiel De La République Algérienne N°26, 23 Avril 2006).....	21
Tableau (L4) : Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (Journal Officiel De La République Algérienne N°36, 21 Juin 2009).	22
Tableau (II.1) : Norme de rejets de l'industrie de textile (journal officiel de la république algérienne N°2, 23 avril 2006).....	47
Tableau (IV.1) : Echelle de comparaison binaire [30]	61
Tableau (IV.2) : matrice de comparaison binaire.....	61
Tableau (IV.3) : La somme des colonnes de la matrice de jugement.....	62
Tableau (IV.4) : La matrice normée	62
Tableau (IV.5) : l'indice de cohérence aléatoire IR [30].....	63
Tableau (IV.6) : La détermination du d_j	63
Tableau (V.7) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.....	82
Tableau (V.8) : Système de notation des facteurs du bassin de Flocculation - Clarificateur.....	83
Tableau (V.9) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.....	85
Tableau (V.10) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.....	86
Tableau (V.11) : Système de notation des facteurs du bassin de traitement biologique. ...	88
Tableau (V.12) : Comparaison entre les facteurs et les sous facteurs avec ses poids.....	90
Tableau (V.13) : Système de notation des facteurs du bassin de clarificateur finale	92
Tableau (V.14) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.....	94
Tableau (V.18) : État de dysfonctionnement.....	98
Tableau (V.19) : Notation des facteurs externes en état de neige.....	99
Tableau (V.20) : Système de notations des facteurs internes du bassin de traitement des boues.	99
Tableau (V.21) : Notations des facteurs internes du bassin de poste de chloration.....	100

Liste des Abréviations

- ERI** : Eaux Résiduaire Industrielle.
- DCO** : Demande Chimique en Oxygène en mg/L.
- DBO5** : Demande Biologique en Oxygène en mg/L.
- MVS** : Matières Volatiles en Suspension en mg/L.
- MMS** : Matières Minérale en Suspension en mg/L.
- MES** : Matières En Suspension en mg/L.
- NTK** : l'Azote total Kjeldahl.
- Pt** : Phosphore Total.
- MTH** : Maladies Transmission Hydrique.
- STEP** : Station de Traitement des Eaux et Epuration.
- NH₄⁺** : Ammonium.
- H₂S** : Acide Sulfurique.
- O₂** : Gaz d'oxygène (le dioxygène).
- ETATIT Spa** : Entreprise des industries de textile.
- DENITEX** : DENI : DENIM, TEX : Textile
- Ph** : Potentiel d'hydrogène.
- Na Cl** : Chlorure de Sodium.
- K₂Cr₂O₇** : Permanganate de potassium.
- C** : Carbone.
- O** : Oxygène.
- H** : L'hydrogène.
- N** : Azote.
- BMI** : Bassin de mélange et égalisation N°1
- H₂So₄** : L'acide sulfurique.
- Ca(OH₂)** : L'hydrate calcaire.
- BMI_{II}** : Bassin de mélange et égalisation N°2
- CL₂** : Le chlore.
- T** : Température en °C.

AHP : Processus d'analyse hiérarchique.

AMC : Méthode d'analyse multicritères.

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une source de vie importante et indispensable sur cette terre, pour tous les êtres humains, les animaux, les plantes et les microorganismes. L'eau est aussi l'élément central de tous les processus socio-économiques, quel que soit le degré de développement de la société. L'augmentation des activités agro-industrielles engendre une pression grandissante sur les réserves en eau douce de la planète.

La pollution de l'eau affectant les rivières, les mers, les eaux souterraines et les lacs, causée par des rejets d'eaux usées non traitées ou un niveau de traitement insuffisant : provoque une dégradation des écosystèmes. Le problème est plus grave dans le cas des effluents industriels, qui ont un caractère toxique plus prononcé.

En fait, ces activités génèrent une variété de produits chimiques qui sont difficilement biodégradables et le manque ou l'insuffisance de systèmes de traitement mènent ainsi à leurs accumulations dans le cycle de l'eau.

Ainsi, la protection de l'environnement est devenue un enjeu économique et politique majeur. Tous les pays du monde sont concernés à préserver les ressources en eau douce, soit parce qu'ils manquent d'eau, soit parce qu'ils la polluent.

Il est nécessaire de protéger l'eau et de pouvoir fournir la quantité nécessaire à la consommation domestique et industrielle, de recycler au maximum les eaux usées et de réduire les rejets polluants du milieu naturel. Une production meilleure et moins polluante sont les défis auxquels sont confrontés les industriels de tous les secteurs.

L'industrie textile est considérée comme l'une des industries la plus consommatrice d'eau et ses déchets causent de graves dommages à la santé humaine et à l'environnement. En effet, les différents colorants utilisés posent de sérieux problèmes en raison de leur stabilité et de leur faible biodégradabilité. Ainsi, la présence d'une station d'épuration des eaux usées est obligatoire pour éliminer un maximum de pollution présente dans les eaux usées en respectant les normes de rejets imposées par la réglementation algérienne.

Le procédé de traitement varie d'un complexe à l'autre tout en conservant son principe général. La technologie de traitement utilisée dans chaque station d'épuration

dépend de la nature des polluants présents dans l'eau.

Comme dans tous les procédés industriels, diverses installations et équipements de la station se détériorent pour diverses raisons ; dysfonctionnement, surcharge de fonctionnement, influence de facteurs corrosifs, etc. Ces détériorations peuvent entraîner des pannes et de mauvais traitements.

Une étude approfondie doit être réalisée pour identifier et connaître ces dysfonctionnements, et maîtriser leurs risques. Cela nécessite une compréhension encore meilleure des équipements et des différents problèmes que nous pourrions rencontrer. Et donc ceci nous permettra de prendre la mesure préventive nécessaire pour assurer le bon fonctionnement des équipements.

Dans ce travail, nous avons mené une étude sur la station d'épuration du complexe textile DENITEX située dans la daïra de SEBDOU – TLEMCEN où un degré de dysfonctionnement est calculé.

Vu la complexité des enjeux affectant le bon fonctionnement de la station d'épuration, il nous paraît approprié d'utiliser la méthode d'analyse multicritère hiérarchique AHP (Analytical Hierarchy Process).

Pour faire ce travail, on a structuré notre mémoire en cinq chapitres comme se suit :

- Le premier chapitre donne des généralités sur l'objectif principal des stations d'épuration des eaux usées, les Différents types de polluants, un aperçu sur le processus appliqué dans le traitement des eaux usées domestiques et industriels.
- Le second chapitre donne une description du complexe textile DONITEX avec ces caractéristiques d'une manière détaillé, une description de la STEP avec les dimensions de ses différents compartiments.
- Le troisième chapitre présent les paramètres de mesure de la pollution des eaux résiduaires et une étude statistique est effectuée sur une série de données statistique datée de 2012 à 2020 et les paramètres considérés sont : le pH, la température, la conductivité, et la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO5).
- Dans le quatrième chapitre nous abordons les différents dysfonctionnements que peut rencontrer une station d'épuration. Ensuite, nous définissons la méthode AHP.

- Le cinquième chapitre est consacré à l'application de la méthode hiérarchique AHP dans la STEP du complexe textile DONITEX pour déterminer un degré de dysfonctionnements.
- On achève notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I :

GENERALITES SUR LES EAUX USEES ET LEUR TRAITEMENT

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES EAUX USEES ET LEUR TRAITEMENT

INTRODUCTION :

L'eau rejetée après son utilisation dans des activités domestiques, industrielles, artisanales ou agricoles et celle déversée après des événements pluvieux constituent les eaux usées. Ces derniers sont globalement classés en trois catégories :

Eaux usées domestiques.

Eaux usées industrielles.

Eaux pluviales et de ruissellement [1].

L'absence de traitement ou le mauvais traitement de ces eaux usées a des effets néfastes sur la santé humaine, des impacts négatifs sur l'environnement ainsi que des répercussions négatives sur l'activité économique. Pourtant, elles constituent une source importante de matières précieuses telles que l'eau, les nutriments, la matière organique et d'autres sous-produits. Elles représentent un élément importante du cycle de l'eau qui doivent être gérées dans l'ensemble du cycle de gestion de l'eau : à partir du prélèvement, du traitement, de la distribution, de la collecte et du traitement après utilisation de l'eau douce, jusqu'à sa réutilisation et son retour ultérieur à l'environnement.

I. TRAITEMENT DES EAUX USEES :

I.1. DEFINITION ET OBJECTIF D'EPURATION DES EAUX USEES :

L'épuration c'est un processus destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant leurs rejets dans le milieu naturel. On peut dire aussi que l'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable [2].

Le but de traitement des eaux usées urbaines est de dépolluer et éliminer le maximum de pollution présente dans cette eau (pollution chimique, organique, bactériologique, ...) et de la rejeter dans le milieu naturel (les cours d'eaux), tout en respectant les normes de rejet.

Nous pouvons réutiliser l'eau épurer dans certaines domaines et l'exploiter au lieu de la gaspiller dans l'environnement. Par exemple, le secteur agricole, où les cultures sont irriguées avec cette eau, en particulier les plantes qui ont la propriété d'auto filtré l'eau après l'avoir absorbée du sol. De cette manière, l'eau est économisée, en particulier dans les zones qui souffrent d'une pénurie d'eau potable, et cela fait partie de l'application de gestion de l'eau.

I.2. DIFFERENTS TYPES DE POLLUANTS :

I.2.1. La pollution physique :

C'est une pollution résultant des facteurs physiques (c'est-à-dire tout élément solide transporté par l'eau), et elle est d'origine domestique ou industrielle. On peut la répartir en trois classes : mécanique, thermique et radioactive.

A. La pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les ERI, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit des éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES [3].

B. La pollution thermique :

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries...) ; ont une température de l'ordre de (70 à 80°C). Elle diminue jusqu' à (40 à 45°C) lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène. En outre tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralenti la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter. Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favoriser le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique [3]

C. La pollution radioactive [3] :

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes

vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements.

I.2.2. La pollution chimique

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

- Organique (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols...);
- Minérale (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) [4].

A. Pollution organique :

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fond des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives [4].

B. Hydrocarbures :

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires). Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition. En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes [4].

C. Phénols :

Ils désignent un ensemble de composés hydroxylés du benzène. La présence du phénol dans l'eau a pour origine les polluants industriels (usine chimique, cokeries, industries pétrochimique, raffineries...), ainsi que les revêtements bitumeux des canalisations et des réservoirs, la décomposition des produits végétaux et la dégradation des pesticides. Ces produits s'oxydent faiblement, se fixent peu, se filtrent facilement et ils sont souvent biodégradables ; alors ils ne se trouvent qu'en faible quantité. Leur inconvénient principal est qu'ils donnent à l'eau un goût extrêmement désagréable et très persistant marqué de chlorophénol lorsqu'ils sont en présence de chlore.

Les poissons, accumulent les phénols jusqu'à 30 mg/kg, ils sont alors impropres à

la consommation. Les phénols peuvent être séparés des eaux résiduaires par extraction liquide-liquide, oxydé par le chlore ou l'ozone ou bien détruits par un traitement biologique [4].

I.2.3 Pollution mineral

A. Métaux lourds :

La présence des métaux lourds dans l'eau est le cas le plus grave parmi les problèmes posés à la pollution. Par ordre décroissant de toxicité spécifique. Les métaux sont classés comme suit : $Hg < Cr < Ti < Cu < Co < Ni < Pb < Zn$. Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisés et concentrés par les organismes vivants et mis en circulation dans la chaîne alimentaire ou leur toxicité augmente. L'irréversibilité de cette pollution est préoccupante du fait qu'il est impossible de les récupérer, une fois dissipés dans la nature [4].

B. Pollution azotée [4] :

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

C. Pollution phosphorée [4] :

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

I.2.4 La pollution microbiologique [4]:

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

I.3. LES PARAMETRES DE MESURE DE LA POLLUTION DES EAUX RESIDUAIRES :

I.3.1. Les paramètres physiques :

A. La température :

La température est une grandeur physique de chaleur ou de froid mesurée à l'aide d'un thermomètre. Elle joue un rôle très important sur l'évaporation et la congélation de l'eau, la solubilité des sels, la vitesse des réactions chimiques. La température affecte également le développement de micro-organismes dans l'eau.

B. Les matières en suspension (MES) :

Elle représente des substances qui ne sont ni à l'état soluble ni colloïdal, et donc retenues par un filtre. Les MES, qui contient à la fois des substances organiques et minérales, est un paramètre important qui détermine clairement le degré de contamination des effluents urbains voire industriels. Les techniques analytiques comprennent la séparation directe par filtration ou centrifugation.

C. La turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence d'une substance non dissoutes. Elle se produit dans l'eau en raison de la présence d'une fine substance en suspension (MES), telle que l'argile, les grains de silice et les micro-organismes. Une petite fraction de la turbidité peut également être due à la présence de substances colloïdales d'origine organique ou minérale [5].

I.3.2. Les paramètres chimiques :

A. Le potentiel d'hydrogène (PH) :

Le potentiel d'hydrogène (Ph) est une grandeur sans unité et un indice qui permet de mesurer la concentration de l'ion d'hydrogène H^+ dans une solution. Si la concentration du H^+ est élevée (faible) ; le Ph est alors faible (élevé) et la solution est acide (alcaline).

B. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène indique la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader chimiquement la matière organique contenue dans les eaux usées.

La DCO est mesurée avec un oxydant fort (tel que le bicarbonate de potassium) en milieu chaud et acide pendant 2 heures.

C. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

Elle représente la quantité de l'oxygène consommé par les bactéries existant dans les eaux usées après 5 jours. Ce paramètre est mesuré par un appareil qui s'appelle le DBO mètre (figure I.1).



Figure (I.1) : Un DBO mètre [6]

I.3.3. Les matières volatiles en suspension (MVS) :

Elles représentent la masse de partie organique des matières en suspension. Elles sont obtenues par la différence entre les MES (Matières En Suspension) et les MMS (Matières Minérales en Suspension) après par le passage au four à 550°C.

$$\text{MVS} = \text{MES} - \text{MMS}$$

I.3.4. L'azote total kjeldahl ntk:

Il se trouve dans l'eau et forme une caractéristique organique ou minérale. L'oxygène dans le bassin d'aération permet aux bactéries de convertir l'azote organique en ammoniac, puis d'oxyder l'ammoniac en nitrate (NO₃). [7]

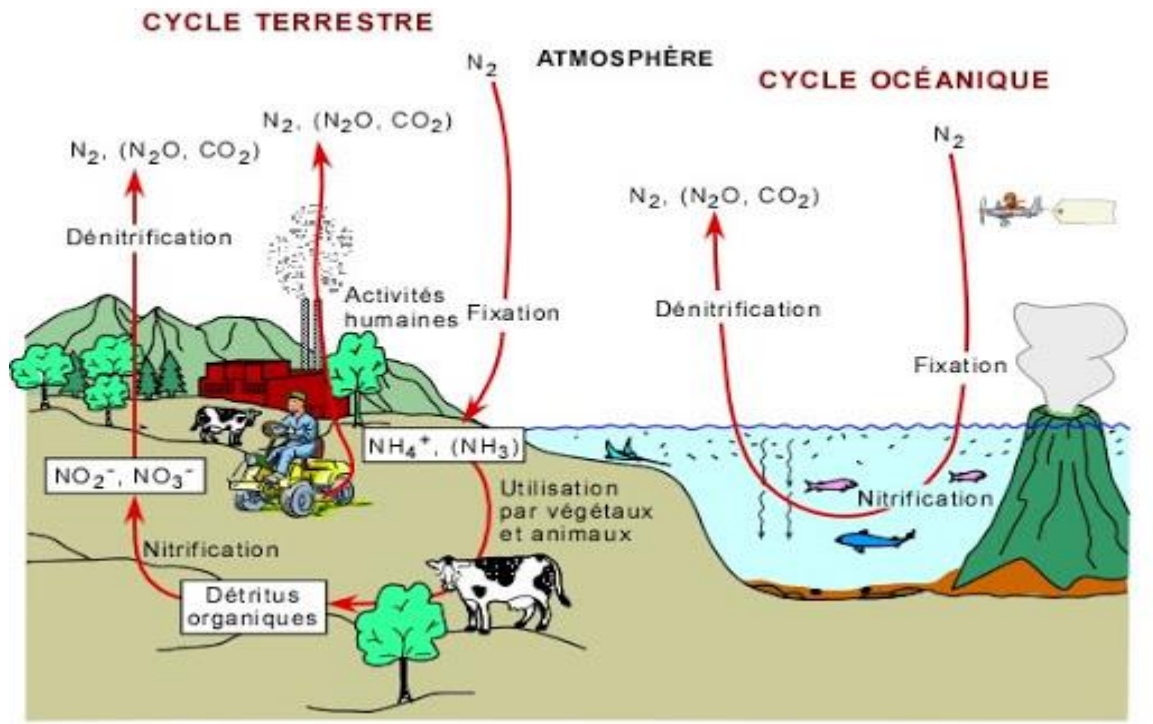


Figure (I.2) : Cycle de l'azote [8]

I.3.5. Le phosphore total Pt :

Le phosphore total est la somme du phosphore organique et du phosphore minéral.

Le phosphore est un composant de la biomasse et est représenté en masse, selon les stations, de 1 à 2,5% de matière sèche. [7]

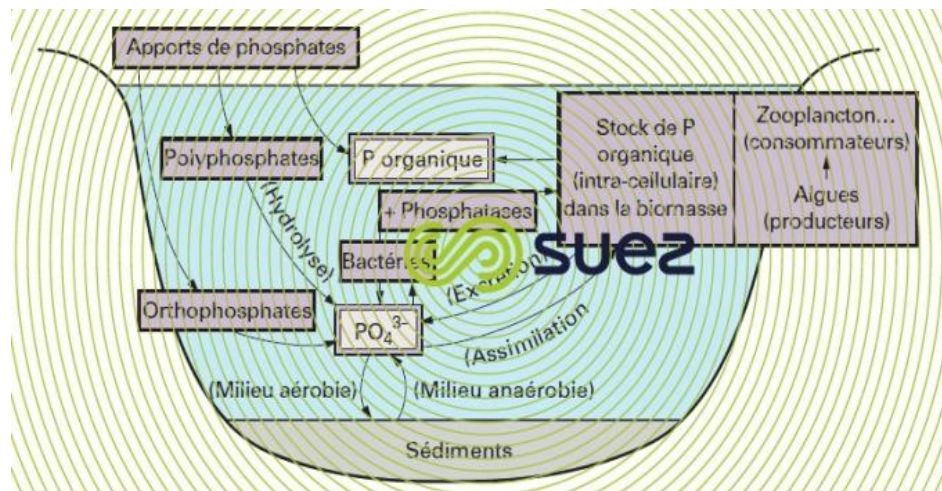


Figure (I.3) : Cycle du phosphore [9]

I.3.6. Les paramètres microbiologique :

Les paramètres microbiologiques indiquent la présence et la quantité d'organismes biologiques pathogènes, en particulier Escherichia coli, streptocoque, salmonelle, virus et

parasites. Ces paramètres doivent être tenu en compte et éliminés, afin d'assurer la désinfection de l'eau, réduisant ainsi le risque pour la santé publique [5].

I.4. PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES URBAINES :

L'épuration nécessite des étapes bien définies pour éliminer le maximum de pollutions présente dans les eaux usées urbaines (matières organiques, matières en suspension, ...). On distingue généralement trois phases pour faire un traitement correct des eaux usées : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire.

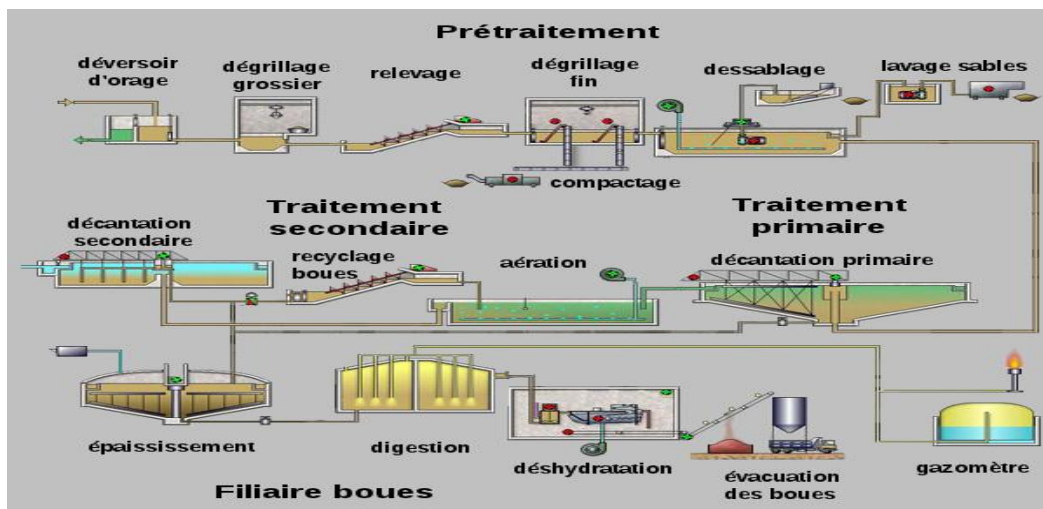


Figure (I.4) : Les trois phases d'épuration des eaux usées.

I.4.1. Prétraitement :

Les prétraitements permettent l'élimination des plus gros déchets, ils reposent simplement sur des séparations physiques [10]. Cette phase nécessite trois principales étapes :

A. Dégrillages :

Il est basé sur la séparation des éléments grossiers tels que les déchets plastiques ; Cailloux, etc. Ce processus est réalisé à travers des grilles placées à l'entrée de la station d'épuration.



Figure (I.5) : Dégrilleur des eaux usées [11]

Le dégrillage se compose de quatre éléments principales : un canal ; la grille ; un dérailleur et une benne pour les déchets (figure I.6).

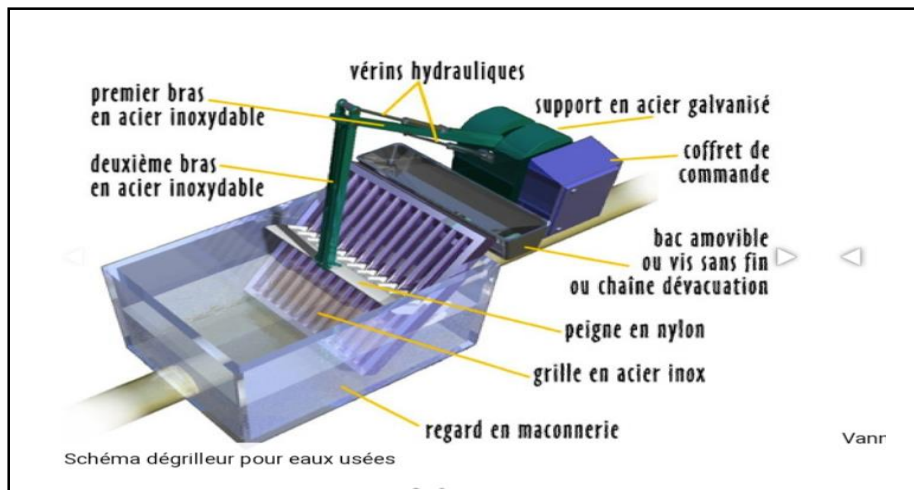


Figure (I.6) : Schéma de dégrilleur [12]

Le tableau (I.1) illustre les différents types de dégrillage selon l'espacement entre les barreaux : pré-dégrillage ; dégrillage moyen et le dégrillage fin.

Tableau (I.1) : Les différents types de dégrillages.

Type de dégrillage	Espacement des barreaux
Pré-dégrillage	30-100mm
Dégrillage moyen	10-30mm
Dégrillage fin	<10mm

B. Dessableur : [13]

Débarrasse les eaux des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables réopérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.



Figure (I.7) : Un dessableur [14]

C. Dégraissage, déshuilage :

Il consiste à éliminer les huiles et les graisses présentes dans les eaux usées.

Cette étape est nécessaire pour éviter, par exemple, le colmatage des canalisations et des pompes utilisées.



Figure (I.8) : dégraissage/Déshuilage [12]

I.4.2. Traitement primaire :

La décantation primaire c'est l'étape qui vient après la phase de prétraitement ; elle permet d'améliorer la qualité de ce dernier et éliminer les matières solides organiques et inorganiques sédimentables et flottantes. Elle se réalise en un écoulement lent avec un temps de séjour hydraulique de pratiquement 1 heure [15] pour une vitesse extensionnelle de 1.2

m/h, la décantation primaire élimine 40 à 60 % du MES ; soit 40% de matière organique 10 à 30% des virus [16].

I.4.3. Traitement secondaire (traitement biologique):

Le but de cette opération est d'éliminer le maximum des particules biodégradable et non décantable par l'utilisation des bactéries dans un milieu aérobique qui va se nourrir de la matière organique MO présente dans l'eau usée.

Cette dégradation se fait soit :

- D'une nature aérobie en présence de l'oxygène. Dans ce cas, les bactéries sont nommées « bactéries aérobies ».



Figure (I.9) : Bassin d'aération du complexe de Textile SOITINE - Nedroma –

- D'une nature anaérobie en absence d'oxygène. Les bactéries dans ce cas sont nommées « Bactéries anaérobies ».

Pour faire ce traitement biologique il existe trois grands types de procédés qui sont :

- Les lits bactériens.
- Les disques biologiques.
- Les boues activées.

A. Les lits bactériens :

C'est un procédé de traitement biologique des eaux usées basé sur le principe de la culture fixée [17], le lit bactérien ruisselle les eaux usées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux bactéries épurateurs [7].



Figure (I.10) : Un lit bactérien [18].

B. Les disques biologiques (ou bien biodisques) :

C'est un procédé de traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Il comprend d'une série des disques assemblés en parallèle immergés dans l'effluent équipés d'un moteur pour permettre la rotation et d'un clarificateur ou d'un bac.

La rotation assure le bon contact entre les micro-organismes fixé sur les disques et les eaux usées qui se développent dans la partie immergée. Elle assure aussi à l'aération dans la partie aérienne de ces disques biologiques.

La partie inférieure des disques est immergée dans un bac où circulent les eaux usées, elle permet de prélever les matières organiques et azotées qui contiennent dans les eaux usées puis les digère et les dégrade. Les boues mortes séparées des disques biologiques sont présentes dans l'eau dont elles sont séparées puis récupérées dans l'étape de décantation secondaire.

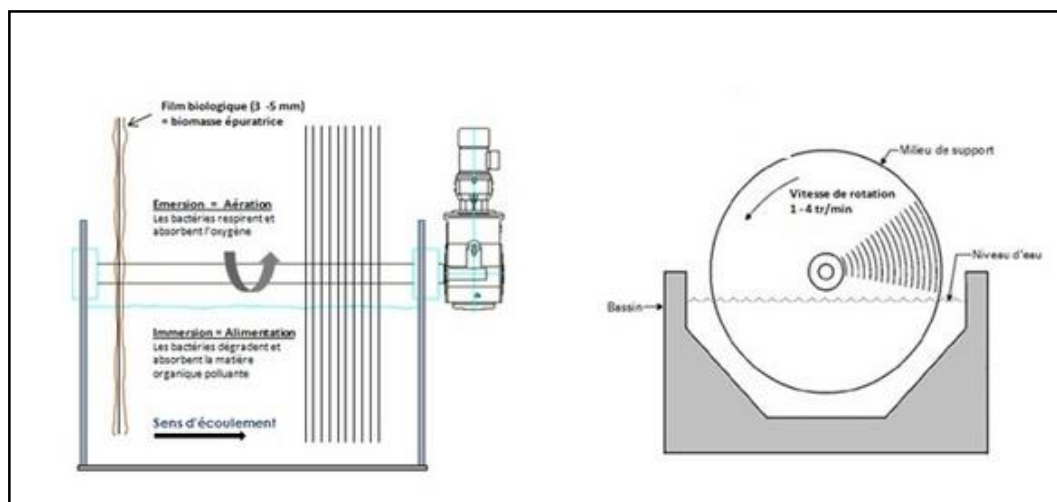


Figure (I.11) : Disque biologique. [19]

C. Les boues activées :

C'est un procédé de traitement biologique à culture libre. Son principe est basé sur l'exploitation de l'activité des bactéries qui sont présentes dans l'effluent. Une agitation est nécessaire à ce stade afin d'éviter l'agglomération bactérienne et lui fournir de l'oxygène nécessaire à son activité.

Les boues traitées, une partie utilisée pour la fertilisation des sols et d'autre partie retourne dans les bassins pour éviter les pertes en bactérie [7].

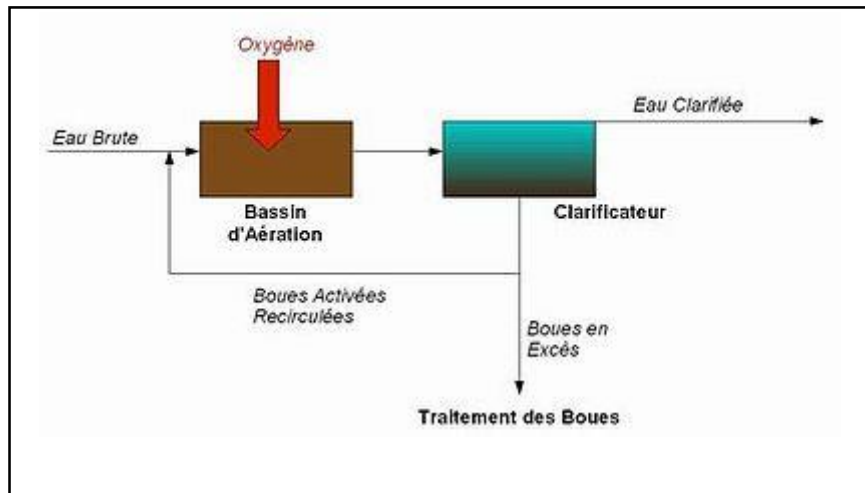


Figure (I.12) : Schéma de principe d'une filière par boues activées.

Le tableau (I.2) présente les avantages et les inconvénients des procédés de traitement biologique :

Tableau (I.2) : Comparaison entre les types du traitement biologique [20].

Filière	Avantages	Inconvénients
Lit bactérien.	Faible consommation d'énergie.	<ul style="list-style-type: none"> Performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées. Cela tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception Un dimensionnement plus réaliste qualités d'eau traitée satisfaisantes.
	<ul style="list-style-type: none"> Fonctionnement simples demandant mois d'entretien et de contrôle que la 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts d'investissement assez élevés peuvent être supérieurs d'environ

Disque biologique.	technique des boues activées. <ul style="list-style-type: none"> • Bonne décantabilité des boues. • Plus faible sensibilité aux variations de charge et au toxique que les boues activées. • Généralement adaptés pour les petites collectivités. • Résistance au froid, les disques sont toujours protégés par des capots ou par un petit bâtiment. 	20% par rapport à une boue activée. <ul style="list-style-type: none"> • Nécessite de prétraitement efficace. • Sensibilité au colmatage. • Ouvrages de taille important si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.
Boues activées.	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptée pour toute taille de collectivité, sauf les très petites. • Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO5, N par nitrification et dénitrification). <ul style="list-style-type: none"> • Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles. • Boues légèrement stabilisées. 	Coûts d'investissement assez importants. Consommation énergétique importante. <ul style="list-style-type: none"> • Nécessite de personnel qualifié et d'une surveillance régulière. • Sensibilité aux surcharges Hydrauliques. • Dilatabilité de boues ne pas toujours aisée à maîtriser.

I.4.4. Clarification :

Après la fin du traitement biologique, l'eau va passer vers des décanteurs secondaires qui s'appellent clarificateurs. La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues issues du traitement biologique [1]. Dans la plupart des cas, la forme de clarificateur est circulaire à fond fortement incliné équipé d'un racleur fixé sur un axe placé au centre du bassin. Cette forme circulaire nous aide à obtenir des meilleurs résultats et de s'assurer que la plus grande quantité de boues se dépose au fond du bassin inclinée.



Figure (I.13) : Un clarificateur

I.4.5. Traitement tertiaires ou complémentaire :

Les étapes qu'on a mentionnée précédemment ne traitent pas complètement les impuretés et n'éliminent pas tous les matières organiques, on passe ainsi à la phase du traitement tertiaire qui est une phase complémentaire aux autres phases précédente. Son objectif est d'injecter des produits chimiques désinfectant pour éliminer les microorganismes qui restent dans les eaux clarifier et qui peut provoquer des MTH. Les désinfectants les plus utilisés sont :

- Le chlore (Cl_2).
- L'hypochlorite de Sodium (NaOCl).
- Le dioxyde de chlore (ClO_2).
- Les chloramines (NH_2Cl).

I.4.6. Traitement des boues :

Les boues de la décantation primaire et secondaire sont concentrées, contiennent d'une certaine teneur en eau et chargées de micro-organismes. Pour cette raison, il est strictement interdit de les rejeter dans le milieu naturel avant de les traiter. Les divers modes de traitement des boues sont :

- L'épaississement des boues.
- La digestion des boues.
- La déshydratation des boues.

En fin la figure résume les étapes de traitement des eaux usées dans une STEP.

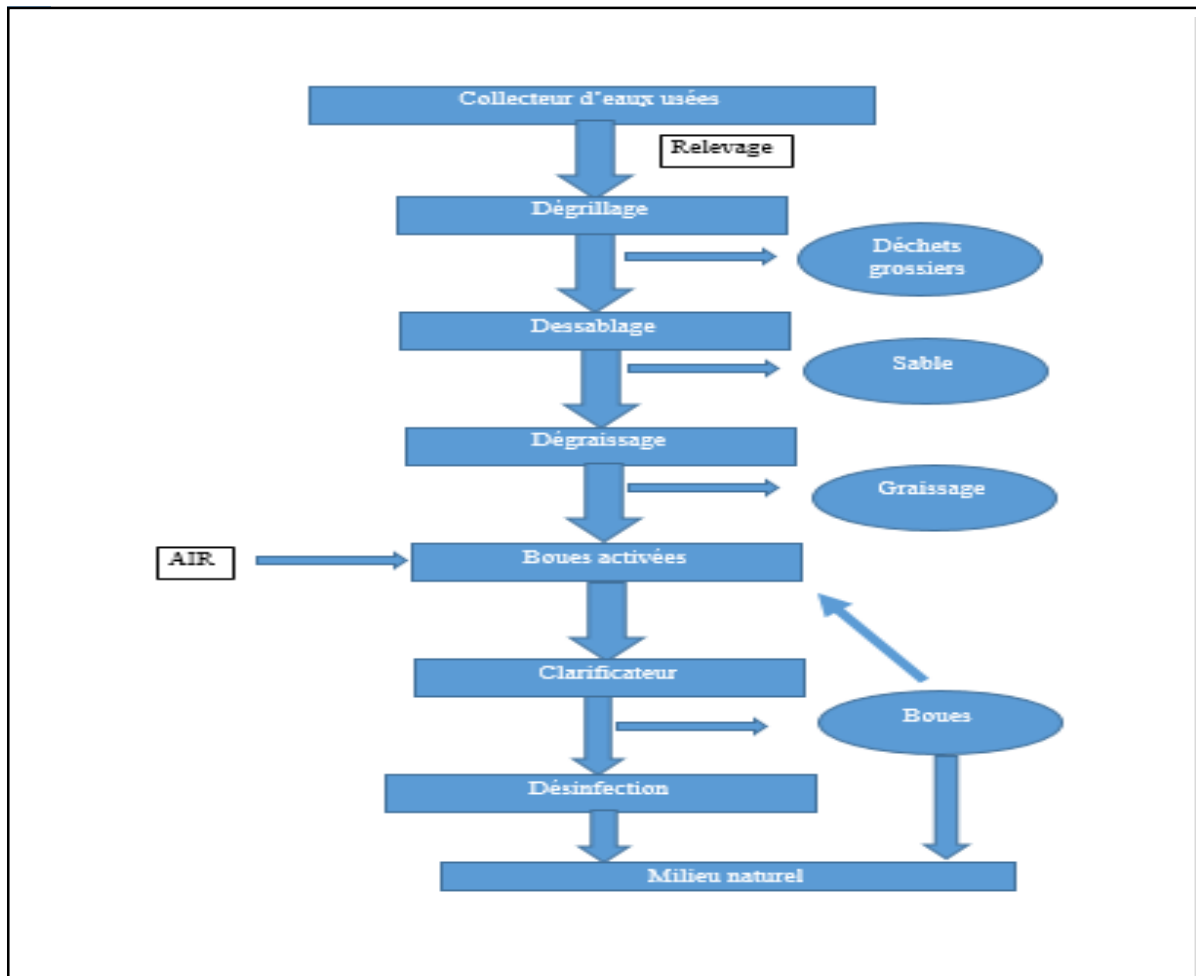


Figure (I.14) : Schéma d'un fonctionnement d'une station d'épuration [21]

II. LES DYSFONCTIONNEMENTS SUSCEPTIBLES DANS LES STEP :

Comme toutes les stations et les machines inventées et fabriquées par l'homme, les stations d'épuration des eaux usées peuvent rencontrer des problèmes et des dysfonctionnements qui affectent le bon fonctionnement de leurs tâches. Ces dysfonctionnements sont multiples et ont plusieurs origines.

II.1. LA NATURE DES EAUX USEES :

Les eaux usées industrielles sont beaucoup plus chargées de matières organiques et de matières toxiques que celles des eaux usées domestiques. Chaque type d'industrie a un type spécifique de pollution qui existe dans leurs eaux usées qui doit être éliminer au maximum avant le rejet dans le milieu naturel ou bien dans le réseau d'assainissement. En particulier, le cas des industries de textiles qui ont des eaux caractérisé par les matières colorés et qu'il faut l'éliminer au maximum. Un colorant est une matière colorée par lui-même, capable de se fixer sur un support [4]).

II.2. LE NON RESPECT DES NORMES DES REJETS :

Le bon fonctionnement de la station d'épuration est attesté par le contrôle quotidien de divers paramètres des eaux usées en fin de traitement et que ces paramètres doivent être conformes aux normes de rejet imposées par la réglementation (Tableau IV.1).

Tableau (I.3) : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels
(Journal Officiel De La République Algérienne N°26, 23 Avril 2006)

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites anciennes installations
Température	°C	30	30
PH	-	6.5 – 8.5	6.5 - 8.5
MES	mg/l	35	40
Azote kjeldahl	mg/l	30	40
Phosphore total	mg/l	10	15
DCO	mg/l	120	130
DBO5	mg/l	35	40
Aluminium	mg/l	3	5
Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0.005	0.01
Cyanures	mg/l	0.1	0.15
Fluor et composés	mg/l	15	20
Indice de phénols	mg/l	0.3	0.5
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15
Huiles et graisses	mg/l	20	30
Cadmium	mg/l	0.2	0.25
Cuivre total	mg/l	0.5	1
Mercure total	mg/l	0.01	0.05
Plomb total	mg/l	0.5	0.75
Chrome total	mg/l	0.5	0.75
Etain total	mg/l	2	2.5
Manganèse	mg/l	1	1.5
Nickel total	mg/l	0.5	0.75
Zinc total	mg/l	3	5
Fer	mg/l	3	5
Composés organiques chlorés	mg/l	5	7

II.3. LE DEBIT D'ALIMENTATION :

Chaque station d'épuration des eaux usées est développée pour être capable de traiter une certaine quantité de matière organique [22]. Le dimensionnement de chaque STEP est

toujours fait par rapport à un débit maximal qu'elle peut recevoir. Le dépassement de ce débit provoque un surdimensionnement de la STEP et arrêt de celle-ci. Citons par exemple le cas de la STEP de Ain El Hout qui est débordée dans la période de l'Aid El Adha.

Les eaux usées sortant de la station d'épuration doit respecter des normes spécifiques qui sont imposées par la réglementation Algérienne (tableau IV.2).

Tableau (I.4) : Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (Journal Officiel De La République Algérienne N°36, 21 Juin 2009).

Paramètres	Unité	Valeurs limites maximales
Azote global	mg/l	150
Aluminium	mg/l	5
Argent	mg/l	0.1
Arsenic	mg/l	0.1
Béryllium	mg/l	0.05
Cadmium	mg/l	0.1
Chlore	mg/l	3
Chrome trivalent	mg/l	2
Chrome hexavalent	mg/l	0.1
Chromates	mg/l	2
Cuivre	mg/l	1
Cobalt	mg/l	2
Cyanure	mg/l	0.1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	mg/l	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	1000
Etain	mg/l	0.1
Fer	mg/l	1
Fluorures	mg/l	10
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Matières en suspension	mg/l	600
Magnésium	mg/l	300
Mercure	mg/l	0.01
Nickel	mg/l	2
Nitrites	mg/l	0.1
Phosphore total	mg/l	50
Phénol	mg/l	1
Plomb	mg/l	0.5
Sulfures	mg/l	1
Sulfates	mg/l	400
Zinc et composés	mg/l	2
Température	°C	Inférieure ou égale à 30

PH	/	compris entre 5.5 et 8.5
-----------	---	--------------------------

II.4. PROBLEMES D'ENTRETIEN :

L'entretien est un facteur important pour le bon fonctionnement de tous les appareils, on doit donc suivre à chaque étapes ; la qualité de traitement ; le nettoyage des équipements et noter tous les problèmes qui peuvent survenir. L'absence d'un tel entretien peut provoquer plusieurs problèmes comme par exemple le bouchage de conduite.

II.5. PROBLEMES MECANIQUES :

II.5.1. Problème d'aération :

La présence de l'oxygène est nécessaire pour l'oxydation de la matière organique et le manque prolongé d'oxygène peut conduire à [23] :

- La diminution de l'efficacité d'abattement.
- La formation d'une biomasse filamenteuse donc une mauvaise décantation.
- La nuisance olfactive due à la formation d'acides volatiles et H₂S dans des conditions anaérobies.
- L'arrêt total des réactions de nitrification (= oxydation de NH₄⁺-N) et donc plus de suppression d'azote.
- Des concentrations d'oxygène trop élevées n'influencent pas directement l'efficacité d'abattement Cependant, les concentrations de DO > 5 mg O₂/L doivent être évitées afin de ne pas :
 - Gaspillage d'énergie.
 - Plus petits flocons (mauvaise décantation/effluent turbide).
 - Peut être à l'origine de la formation de filaments.

L'absence de brassage dans la première partie d'aération entraîne la formation de boues sceptiques (dangereuses pour les bactéries) au fond du bassin [24].

II.5.2. Dysfonctionnement lié aux agitateurs :

Une panne ou bien une puissance insuffisante de l'agitateur peut conduire aux problèmes suivants :

- Les dépôts en fond d'ouvrages qui favorise le développement des bactéries dans ces zones anaérobie [22].

- Une mauvaise position de l'agitateur au sein du bassin (angle, positionnement/muret, hauteur d'immersion ...) ou la présence d'un obstacle (guides latéraux des raquettes des diffuseurs surdimensionnés, canaux traversiers ...) devant celui-ci pénalisera fortement son efficacité et peut créer des mouvements hydrauliques contraires à ceux recherchés (spiral-flow) [23].

II.5.3. Bouchage des conduites :

Le bouchage des conduites est provoqué par un manque d'entretien des installations ou un débit très chargé par les matières organiques.



Figure (I.15) : Canalisation bouchée

II.5.4. Problème de colmatage des pompes :

Le colmatage des pompes cause de grands problèmes sur le suivi de traitement des eaux usées. Ce dysfonctionnement est provoqué par les dépôts et l'accumulation des débris solide à son niveau. Dans ce cas, il est nécessaire de brancher une autre pompe de secours et nettoyer celle qui est colmaté.

II.6. PROBLEMES BIOLOGIQUES :

II.6.1. Les problèmes avec bactéries filamenteuses :

Les principaux problèmes et dysfonctionnements dus aux bactéries filamenteuses sont :

- Le foisonnement.
- La formation de moussage.

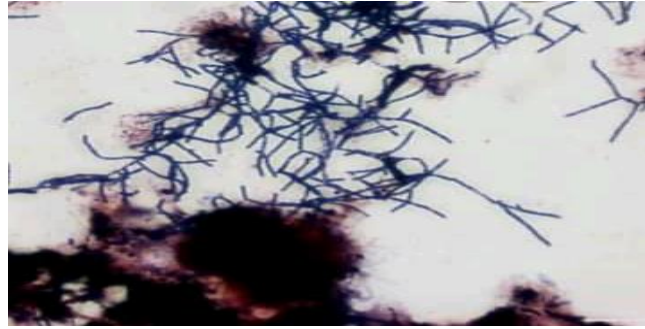


Figure (I.16) : Les bactéries filamenteuses.

Les causes sont souvent d'origines multiples (conception, exploitation, composition de l'effluent ...) et le choix de solutions nécessite une analyse globale : conception, fonctionnement et exploitation de la station [25].

- **Le foisonnement** : est un phénomène à cause d'une mauvaise décantation de la boue qui provoque une augmentation du volume occupé par celle-ci.
- **Formation de moussage** : est la formation de mousse à la surface du bassin d'aération d'une structure visqueuse. Ce mousse est caractérisé soit par une couleur blanche ou bien brune.

On caractérise quatre types de mousses [24] :

- Les mousses de démarrage.
- Les mousses de tension actifs.
- Les matières flottantes instables.
- Les mousses biologiques.



Figure (I.17) : Phénomène de moussage dans une station d'épuration : (a) : moussage blanc, (b) : moussage brun [24]

II.6.2. Débordement de lit de boue (Niveau anormal du lit de boue) :

Ce problème se caractérise par un voile de boue élevé dans le clarificateur et peut s'accompagner des pertes de boues ponctuelles lors d'à-coups de charge hydraulique [25].

Les principales causes qui provoquent le débordement de lit de boues les suivants :

- Une trop forte concentration en boue dans le bassin d'aération.
- un dysfonctionnement du poste de recirculation.
- un indice de boue élevé.
- un problème de raclage au niveau du clarificateur.

II.6.3. Vieillessement des boues :

Par suite d'un fonctionnement de la station d'épuration un excès de boues s'accumule dans les bassins où elles vieillissent à la longue terme. L'aspect noirâtre de l'effluent dans les bassins indique bien ce phénomène. Le vieillissement des boues a pour conséquence de diminuer l'efficacité du traitement à savoir le pourcentage d'enlèvement de la DBO₅. [26]

III. L'EAU USÉES INDUSTRIEL :

III.1. ORIGINE DE LA POLLUTION DES EAUX USEES INDUSTRIELLES

En fonction de l'utilisation de l'eau à l'usine, on distingue différents types d'eaux usées industrielles :

III.1.1. Eaux des circuits de refroidissement [4]:

Ces eaux sont très abondantes et généralement pas polluées car elles ne sont pas en contact avec les produits utilisés dans l'usine. Elles peuvent être recyclées. Le problème de pollution se pose lorsqu'il y a des rejets des purges des circuits d'eaux de réfrigération. Ces rejets sont très minéralisés et peuvent contenir des produits chimiques ayant servi à leur traitement.

Cette eau est très abondante et généralement non polluée car elle n'entre pas en contact avec les produits utilisés dans l'usine (elle peut être recyclée). S'il y a des rejets des circuits d'eau de refroidissement, le problème de la pollution apparaît. Ces rejets sont fortement minéralisés et peuvent contenir des produits chimiques utilisés dans leur traitement.

III.1.2. Eaux de lavage des sols et machines : [4]

Cette eau de qualité et de débit très variables contient des matières premières ou liqueurs de fabrication, hydrocarbure, huiles de machines, produits détergents, etc. Cette pollution est souvent maximale en fin de période de travail et lors du nettoyage.

III.1.3. Eaux de fabrication : [4]

Ces eaux ont une composition très variable d'une industrie à l'autre. La plupart des procédés industriels conduisent à des rejets polluants suite au contact de l'eau avec des solides, des liquides ou des gaz.

Cette eau a une composition très variable d'une industrie à l'autre, la plupart des procédés industriels aboutissant à des rejets pollués après mise en contact de l'eau avec des solides, des liquides ou des gaz. Dans certaines industries (agroalimentaire, chimique, textile, etc.) il existe des pollutions dissoutes, qui peuvent avoir un caractère biodégradable, mais certaines eaux de fabrication contiennent des produits toxiques dont la présence peut masquer la véritable valeur de la pollution biodégradable.

III.2. LA DIFFERENCE ENTRE LES EAUX USEES INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES :

La pollution industrielle de l'eau a des effets environnementaux nocifs et mortels sur les composants de l'écosystème, car elle détruit les organismes animaux et végétaux et affecte clairement la chaîne alimentaire, et les polluantes organiques consomment une grande partie de l'oxygène présent dans l'eau tandis que les flottants huileux spots au-dessus de l'eau il bloque l'entrée de l'oxygène et de la lumière du soleil qui est indispensables à la photosynthèse.

Les caractéristiques des eaux usées industrielles varient d'une industrie à l'autre. Elles sont composées des matières organique, azotées ou phosphorées, et contiennent des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Elle nécessite donc un prétraitement avant le rejeté dans le milieu naturel ou bien dans le réseau de collecte, elles sont mélangées avec l'eau domestique quand ne cause pas des dangers pour les réseaux de collecte et pour le fonctionnement des stations d'épurations. [27]

Dans la plupart des cas, les usines contiennent une station d'épuration spécialement pour traiter leurs eaux usées avant le rejetée dans le milieu naturel.

Les eaux usées domestiques c'est les eaux d'origine urbain contient principalement de pollution organique divisé en deux types :

- ✓ Les eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bains les cuisines.
- ✓ Les eaux vannes il s'agit des rejets des toilettes.

Les techniques d'épuration des eaux usées soit industriel soit domestique sont similaires et passent par quatre étapes :

- ✓ Le prétraitement.
- ✓ Le traitement primaire.
- ✓ Le traitement secondaire.
- ✓ Le traitement de finition (la désinfection).

Les procédés de traitement des eaux usées industrielles peuvent différer d'une usine à l'autre, et cela dépend du degré de pollution de cette eau, elle peut passer par toutes les étapes de traitement ou non.

De plus, si les eaux usées industrielles épurées sont conformes aux normes de rejet alors elles sont réutilisées dans le secteur agricole pour irriguer les cultures agricole.

CONCLUSION :

Dans ce chapitre, on a parlé sur les stations d'épuration des eaux usées d'une façon générale et mentionné tous les étapes nécessaires pour faire un bon traitement de ces eaux qui suit les normes de rejet imposé par la réglementation Algérienne.

Les dysfonctionnements dans les stations d'épuration sont multiples et de plusieurs origines, ces derniers peuvent provoquer des problèmes complexes au niveau des procédés d'épuration des eaux usées qui peut diminuer le rendement de la station.

CHAPITRE II :

**PRESENTATION DU COMPLEXE TEXTILE DE
SEBDOU**

CHAPITRE II :

PRESENTATION DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU

INTRODUCTION :

L'industrie textile est un ensemble des activités : commercial, activités de conception, la fabrication des tissu etc. Il se compose de plusieurs établissements, ayant son propre rôle dans la transformation des fibres naturelles en tissu, à l'aide de machines spéciales.

Cette industrie utilise comme matière première ; le lin, le chanvre, le coton au la bourre de coton, la laine brute, la soie brute et la cellulose [28]. En plus, elles sont l'une des industries les plus consommatrice d'eau qui entre dans la fabrication des tissu et génèrent des eaux chargé des matières toxiques, des colorants, Ph basique, conductivité élevé, ... etc. Cette eau devra subir un traitement pour éliminer le maximum de pollution avant d'être rejetée dans le milieu récepteur (oued) et devra être conforme aux normes de rejets établies par la réglementation.

I. DESCRIPTION DU COMPLEXE DE TEXTILE DENITEX DE SEBDOU :

Le complexe textile de Sebdo qui dépend de L'entreprise ETATIT Spa (Entreprise des Industries de Textile), est une entreprise Algérienne de fabrication et commercialisation de fils et tissu. Il est situé à boulevard Emir Abdelkader 13200 - Sebdo, à 37 Km au sud de Tlemcen. Il possède une forme juridique d'une société par actions.



Figure (II.1) : Localisation géographique du complexe textile Sebdo sur la carte de la wilaya de Tlemcen.

Le projet du complexe industriel textile de Sebdo a été lancé en 1974 en tant qu'une industrie de la société nationale SONITEX, La date d'exploitation était en l'année 1979.

II. LES CARACTERISTIQUES DU COMPLEXE :

II.1. LA SUPERFICIE :

Le complexe DENITEX est caractérisé par une superficie totale égale à 166 296.79 m² dont 69763.63m² couverte.

II.2. DOMAINE D'ACTIVITE :

Fabrication et commercialisation de fils et tissus.

II.3. PROCES DE FABRICATION :

Filature-tissage-finissage.

II.4. LES PRINCIPAUX PRODUITS FABRIQUES :

- Le Blue jean (denim).
- Les gabardines.
- La toile de travail.
- Le satin.

- La cretonne.
- Les fils.

II.5. CAPACITE DE PRODUCTION : [4]

Sa capacité de production se résume comme suit : Filature : classique, 19800 broches (nouveau model). Open-end, 432 ROMS (ancien model) Tissage : 360 métiers à (MAT)

Finissage : traitement de toute la production

Production :

Filature = 2000T/Ans

Tissage = 6 000 000 M.L/Ans

Finissage = traitement de toute la production

II.6. INTRANTS UTILISES :

- Coton
- Polyester
- produits chimique
- colorants.

II.7. BATIMENTS :

Elle se compose de trois principaux bâtiments : filature, tissage, finissage, station d'épuration pour traiter l'eau avant le rejeté dans le milieu naturel et d'un post d'énergie électrique.

II.8. NOMBRE DE TRAVAILLEURS :

Il y a environ 800 ouvriers. Ils sont divisés par groupes et chacun travaille 8 heures par jour répartis comme ce suit :

- 06^h → 14^h
- 14^h → 22^h
- 22^h → 06^h

Les administrateurs travaillent de 8h jusqu'à 16h.

II.9. L'UTILISATION DES EAUX :

DENITEX est approvisionné par des eaux de forage (DERMAM) avec une consommation de 16000 m³ jusqu'au 27000 m³ par mois. Cette eau sera divisée en deux

parties : une partie douce passera dans les machines adoucisseurs et l'autre partie sera déminéralisée après purification des sels minéraux.

- **Eau déminéralisée** : Elle est utilisée par les chaudières à vapeur dans le but de fabriquer la vapeur (fixation des colorants, ...)
- **Eau douce** : Elle est utilisée pour le finissage (préparation des colorants, rinçage, refroidissement, ...).

II.10. LES PRODUITS CHIMIQUES UTILISENT :

Ils sont partagés en trois catégories :

- Produits chimiques : Les acides, la soude, l'eau oxygénée, hydro sulfite de soude.
- Les produits auxiliaires : Manillant, glucose, adoucissant charge, ...
- Colorants : Soufre, cuve, dispersive, ...

La quantité d'eau utilisée pour fabriquer chaque type de produits dépend du métrage de tissus et elle est entre 200 L/1000 L.

III. LES PHASES DE TRAITEMENT APPLIQUEES DANS LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU :

III.1. DESCRIPTION DE LA STEP :

La station d'épuration des eaux usées du complexe DENITEX est située à proximité de l'oued TAFNA où cette eau est rejetée facilement après l'épuration. Cette station a été construite par les Allemands et est toujours en activité.

La STEP est conçue sur la base d'eau brute de sorte que sa composition est la suivante :

- Valeur de pH est entre 8.5 et 12.
- La température normale est variée de 30°C à 40°C.
- La température de pointe, à court terme environ 70°C.
- Les matières sédimentaires sont inférieures ou égale à 5 ml/l.
- La proportion en fibres est environ de 10 ml/l.
- La teneur totale en sels est jusqu'à 4000 ml/l (calculé comme NaCl).
- DBO5 en 400 $mg.l^{-1}$.
- DCO (K2 Cr 2 O7) varie de 800 à 1400 $mg.l^{-1}$.

- Oxydabilité au KMnO_4 varie de 600 à 1000 mg.l^{-1}

III.2. LES PROCÉDES D'ÉPURATION UTILISÉS DANS LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU :

Les eaux usées arrivent à la STEP à travers de deux conduites différents, une de ces conduites est pour les eaux usées sanitaires et l'autre pour les eaux usées industrielles. La technique de traitement utilisée dans cette STEP consiste à faire traiter ces deux types des eaux usées simultanément avant de les rejeter dans le milieu récepteur (oued Tafna).

III.2.1. Prétraitement :

A. . *But de prétraitement :*

Le but principal de ce procédé est d'éliminer les particules grossières et fines et aussi les graisses et les huiles pour faciliter le déroulement des étapes suivantes.

B. *Les étapes de prétraitement :*

Cette étape consiste à éliminer les matières grossières en utilisant deux techniques principales : le dégrillage et le dessablage.

La particularité de la STEP est qu'à ce stade, les eaux usées sanitaires et les eaux usées industrielles provenant de l'usine seront traitées séparément. Pour cela, il y a deux bassins séparés par un mur destinée à recevoir les deux types des eaux usées

- **Les eaux usées industrielles :** Elles arrivent à la station d'épuration en différentes quantités et compositions où elles sont très polluées du fait de l'utilisation de produits chimiques nécessaires à la fabrication des tissus et des files... Elles contiennent également des matières en suspension et des colorants.
- **Les eaux usées sanitaires :** Ces eaux entrent à la STEP à faibles débits. elles sont fortement chargées de pollution et de matière organique constituée des principaux composés organiques : C, O, H, N et de substances minérales formées de sels minéraux dissous dans l'eau.

a) **Panier de dégrillage :**

Dans chaque bassin, il existe un panier de dégrillage conçu pour éliminer les matières grossières des eaux usées.

Le type de panier de dégrillage utilisé dans cette phase est un panier de dégrillage manuel dans lequel le nettoyage se fait manuellement. Et lorsque le panier de dégrillage est

chargé des déchets, il est remplacé par un nouveau panier de dégrillage disponible en stock afin que le premier soit nettoyé.



Figure (II.2) : L'étape de dégrillage des eaux usées industrielles et sanitaires séparément

b) Dessablage :

Les eaux usées sanitaires et industriels traversent ensuite un bassin qui contient du sable pour piéger les particules solides de sable et de gravier par sédimentation avec une granulométrie de 200-500 micros mètre. Le but de cette étape est de protéger les installations en aval.

III.2.2. Bassin de mélange et d'égalisation N°1 :

L'étape suivante est le passage des eaux usées industrielles uniquement dans un bassin appelé BMI (Blending and Balance Basin n°1) qui est de forme rectangulaire et a un volume de 1200 m^3 . L'objectif principal de cette phase est d'une part pour égaliser et mélanger les eaux usées industrielles entre elles et d'autre part pour retenir les matières grossières telles que les fibres et les morceaux de tissu...etc, où un crible spécial à l'entrée de ce bassin.

Pour éviter la pourriture anaérobie en cas d'un temps de séjour plus long, Quatre aérateurs immergibles ont été placés avant que ces eaux soient amenées dans le bassin de neutralisation et égalisation I. Ils servent à transférer l'oxygène à environ 12.5 Kg/h. Après cette aération, on doit transporter les eaux industrielles vers notre bassin d'égalisation à l'aide de deux pompes immergibles ayant les caractéristiques suivantes :

- $Q= 119 \text{ m}^3$
- $H= 4.4 \text{ m d'eau}$.



Figure (II.3) : Bassin de mélange et d'égalisation N°1.

III.2.3. Bassin de mélange rapide et de neutralisation :

A. Bassin de mélange rapide :

Les eaux usées industrielles passent du bassin de mélange et d'égalisation N°1 vers le bassin de mélange rapide où elles reçoivent un traitement physico-chimique, à savoir le processus de coagulation et floculation.

Le bassin de mélange rapide a une forme rectangulaire. Il est séparé par un mur qui a une ouverture pour laisser les eaux usées passent du premier sous bassin vers le deuxième sous bassin. Le but de cette séparation est pour faire le processus de coagulation et floculation d'une manière séparé. On doit commencer par la coagulation en ajoutant du Sulfate d'Alumin ($Al_2(SO_4)_3$) avec une agitation rapide. Le but de cette agitation est pour déstabiliser les matières en suspension et former les colloïdes qui ont une charge positive (cette agitation ce fait à l'aide de 2 agitateurs). Après ce premier processus, les eaux usées passent vers le deuxième sous bassin à travers l'ouverture pour lui arriver le deuxième processus chimique qui est la floculation. Cette étape ce fait en ajoutant d'un flocculant qui est le poly électrolyte anionique avec l'agitation (on distingue un seul agitateur dans cette étape). Le but de ce processus est d'agglomérer les particules en suspension pour obtenir une taille plus grande et ça afin d'augmenter la vitesse de séparation (la formation des floes).

Ces produits chimiques doit être bien préparer en dosages bien préciser et réserver dans des citernes.

A la fin de cette étape, on doit mesurer la valeur du Ph à l'aide du papier Ph :

- Si la valeur de Ph = 7 : les eaux usées industrielles passent directement vers le bassin de flocculateur- clarificateur.

- Si la valeur de $\text{Ph} > 7$: Cette eau est transférée dans un deuxième bassin appelé bassin de neutralisation pour ajuster la valeur de Ph .

B. Bassin de neutralisation :

Le but de cette étape est d'ajuster la valeur du pH très basique et d'obtenir une valeur de pH idéale, nous ajoutons donc de l'acide sulfurique (H_2SO_4) ou l'hydrate de calcaire ($\text{Ca}(\text{OH}_2)$) et qui sont des solutions inertes a valeur de $\text{pH} = 7$.

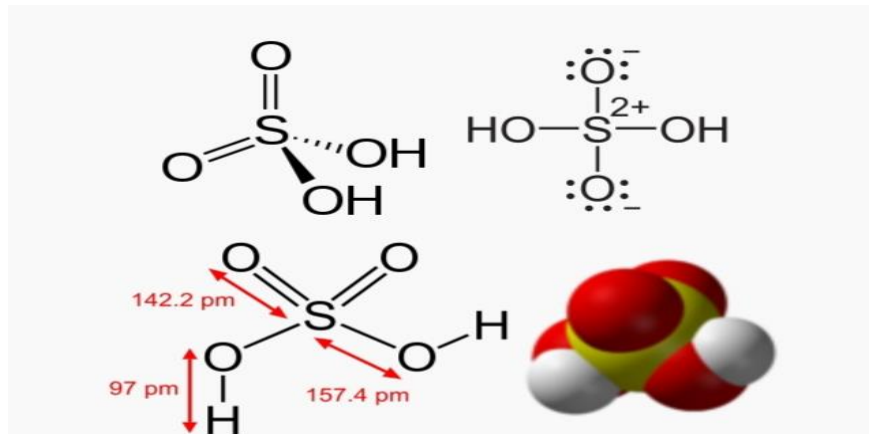
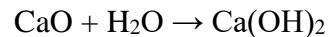


Figure (II.5) : Structure de l'acide Sulfurique (H_2SO_4)

La réaction chimique de l'hydrate calcaire se produit avec la réaction chimique suivante :



III.2.4. Flocculateur-clarificateur (séparation de boues et eaux claire):

Les eaux usées industrielles neutralisées s'écouleront dans un autre bassin circulaire d'une capacité de 840 m^3 où elles subiront un processus de floculation et de clarification.

Dans ce bassin, une grande quantité de colorants fixés sur les eaux usées ainsi que d'autres types de pollution, des particules fines en suspension, substances toxiques, substances colloïdales qui se déposent au fond du bassin doivent être éliminés.

Dans cette étape, on doit séparer l'eau claire de la boue. Les boues sédimentées se déposent au fond du bassin et sont transférées dans un autre bassin appelé « bassin de collecteur de boue ». Ce transfert s'effectue à l'aide d'une pompe immergé. L'eau claire s'écoule à travers un déflecteur à bords dentelés et se dirige vers le bassin de mélange et égalisation N°2 où elle sera mélangée avec les eaux usées sanitaires.



Figure (II.6) : Flocculateur – Clarificateur.



Figure (II.7) : Le déflecteur à bord dentelés

III.2.5. Bassin de mélange et égalisation N°2 :

Ce bassin appelé BMII est le point de collecte et de mélange des eaux usées avec les eaux usées industrielles. Ces eaux poursuivent ensemble les prochaines étapes de traitement.



Figure (II.8) : Bassin de mélange et égalisation N°2.

III.2.6. Bassin de traitement biologique (eau claire + boue) :

Le principe du traitement biologique repose sur l'exploitation des bactéries en présence d'oxygène (O₂) pour décomposer la matière organique présente dans les eaux usées, l'activité des bactéries étant ainsi exploitée pour que toutes les plus grosses bactéries dévorent les plus petites et ces derniers mangent de la matière organique.

« C'est un bassin de boue activées ».



Figure (II.9) : Bassin de traitement biologique.

Cette étape repose sur un système d'aération pour assurer un bon mélange d'eaux usées et de bactéries afin d'éviter également la sédimentation de boues. La source d'air utilisée dans le système d'aération provient d'un compresseur qui est placé dans une chambre technique avec deux autres compresseurs supplémentaires. Ces compresseurs sont reliés à des conduites placés au fond du bassin et se présentent sous la forme couloir où l'air est injecté de bas en haut pour activer les bactéries.



Figure (II.10) : Le compresseur fonctionné.

A l'entrée du bassin de traitement biologique, on doit établir un essai de sédimentation pour connaître la quantité des boues qui contiennent dans les eaux usées (les eaux claires + les eaux sanitaires) de sorte qu'à ce stade nous n'avons besoin que de 35% des boues.

Le principe de l'essai de sédimentation se fait par la manipulation suivante :

- Prendre un échantillon de 1L (1000ml) des eaux usées turbides à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Laisser l'échantillon pendant 30 minutes jusqu'à ce que la boue se dépose au fond de l'éprouvette graduée.
- Lire la quantité de boue sédimenté à partir des graduations qu'elle contient.
- La quantité de boue nécessaire à cette étape est 35% ce qui équivaut à 350 ml sur l'éprouvette.
- Si on trouve un excès des boues c'est un dire la quantité totale des boues qui contiennent dans le bassin biologique dépasse le 35%, dans ce cas nous effectuons une séparation pour qu'il ne reste que 35% des boues dans ce bassin et que la quantité restante soit transportée dans un autre bassin situé entre le bassin biologique et le bassin de clarification final appelée bassin de séparation. Le rôle de ce bassin intermédiaire est de séparer les eaux usées qui s'est transportée avec la boue en excès afin que cette dernière soit transférée vers le bassin de collecteur de boue et que l'eau soit transférée vers le bassin de clarification finale.
- Si on constate que la quantité de boue après l'essai de sédimentation est exactement 35%, dans ce cas nous laissons toute la boue dans le bassin biologique dans le passer au bassin de séparation.
- Si la quantité de boue est inférieure à 35%, dans ce cas un problème survient au niveau de ce bassin qui est causé par le manque du nombre de bactéries nécessaires pour cette étape se déroule naturellement.

III.2.7. Bassin de clarifications finales 1 et 2 :

Il existe deux bassins de clarificateur de forme circulaire et d'une capacité de 540 m³ chacun. Les eaux claires, après leurs traitements biologiques, traversent les deux bassins de clarifications appelés bassin de clarifications finales.

Le principe de ce procédé repose sur la densité et le poids afin que les matières plus lourdes que l'eau (flocons de boues) tombent sous l'action de la gravité (sédimentation des boues) et soient transportées le bassin de collecteur de boue. L'eau filtrée est transférée dans le bassin de post-chloration.



Figure (II.11) : Bassin de clarification finale.

III.2.8. Bassin de post- chloration :

Les étapes du traitement des eaux usées mentionnées précédemment n'éliminent pas tous la pollution présente dans ces eaux, et pour cela on doit passer les eaux clarifiées dans un bassin de poste de chloration afin de les désinfecter. Cette étape se fait en ajoutant de l'hypochlorite de Calcium qui est préparé dans une citerne de 1 m³ de volume. Cette dernière est positionnée au-dessus du bassin dans un support en béton. On ajoute de la solution au l'eau clarifiée en goutte à goutte pour faire la réaction chimique entre eux et tuer tous les micro-organismes restes dans ces eaux et les rejetés finalement dans le milieu récepteur « OUED TAFNA » à travers d'une conduite de 200 mm de diamètre.

La préparation de la solution désinfectant se fait par la manière suivante :

- Mesurer 150 g de l'Epoclorude de Calcium et le verser dans un 1L d'eau.
- Verser cette solution préparée dans une citerne de 1 m³ d'eau (1000 L d'eau) avec l'agitation pour faire un bon mélange entre la solution de l'Epoclorude de Calcium et l'eau de citerne.



Figure (II.12) : Poste de chloration.

III.2.9. Traitement des boues :

Les boues sédimentées sont transportées et collectées dans un bassin appelé bassin de collecte des boues avec une certaine teneur en eau. Ensuite, elles sont transportées dans une machine spéciale appelée presse à boue, où un flocculant (poly électrolyte anionique) est ajouté, qui sépare la boue de l'eau grâce au principe de la coagulation du sang. L'étape suivante consiste à transférer la boue entre deux toiles tendues pour extraire la quantité d'eau restante.



Figure (II.13) : La press à boue

La boue déshydratée sort de l'épaisseur sous forme de gâteau et jetée finalement pour la décharger.

Le schéma de station de déshydratation de boues : (**Annexe 1**).



Figure (II.14) : La quantité de boues extrait

III.3. DIMENSIONNEMENT DE LA STEP :

III.3.1. Panier de dégrillage-dessablage :

Dessableur :

- Diamètre : 2 m
- Capacité : 6 m

Bassin récepteur :

- Dimension : 3.5 m*3.5 m

III.3.2. Bassin de mélange et égalisation N°1 :

- Dimension : 28 m*14m
- Volume : 1200 m³
- durée de séjour théorique :
 - Débit normale : 14 h
 - Débit de point : 7.3 m³
- 04 aérateurs immergibles : transfère d'oxygène environ 12.5 kg/h.
- 02 pompes immergibles :
 - Q= 119 m³
 - H= 4.4 m d'eau.

III.3.3. Bassin de mélange rapide et de neutralisation :

A. Bassin de neutralisation :

- Volume : 96 m³
- Temps de séjour :

- Débit normal : 1h10min.
- Débit de point : 36min.

B. Bassin de mélange rapide :

- Dimension : 4 m*2.5m
- Volume : 33 m³
- Temps de séjour :
 - Débit normal : 23 min.
 - Débit de point : 12 min.

III.3.4. Bassin de flocculateur - clarificateur :

- Diamètre : 18 m.
- Volume : 840 m³
- Surface de clarificateur : 210 m²
- Vitesse de montée :
 - Débit normal : 0.41 m/h.
 - Débit de pointe : 0.79 m/h.

III.3.5. Bassin de mélange et égalisation N°2 :

- Dimension : 10m*4m
- Volume : 150m³
- Temps de séjour :
 - Débit normale : 1h30min.
 - Débit de point : 47min.

III.3.6. Bassin de traitement biologique :

- Dimension : 40 m*8.4m
- Volume : 100m³
- Densité de volume $521/100=0.521$ kg.DBO₅/m³/volume d'aération et par jour.

III.3.7. Bassin de clarification finale :

- 02 bassins de clarification circulaires :
- Diamètre : 18 m/unité.
- Volume : 540 m³
- Surface de clarification chacun 250m²

III.3.8. Bassin de post chloration :

- Dimensions : 10 m*4m
- Volume : $121m^3$
- Quantité maximale ajustable : $9 g/m^3$
- Temps de séjour :
 - Débit normal : 1h12 min

III.3.9. Epaisseur de boue :

- Diamètre : 12 m
- Surface : $113 m^2$
- Capacité : $590 m^3$

Le schéma suivant résume les étapes de traitement des eaux usées qui arrivent à la station d'épuration du complexe de Sebdu.

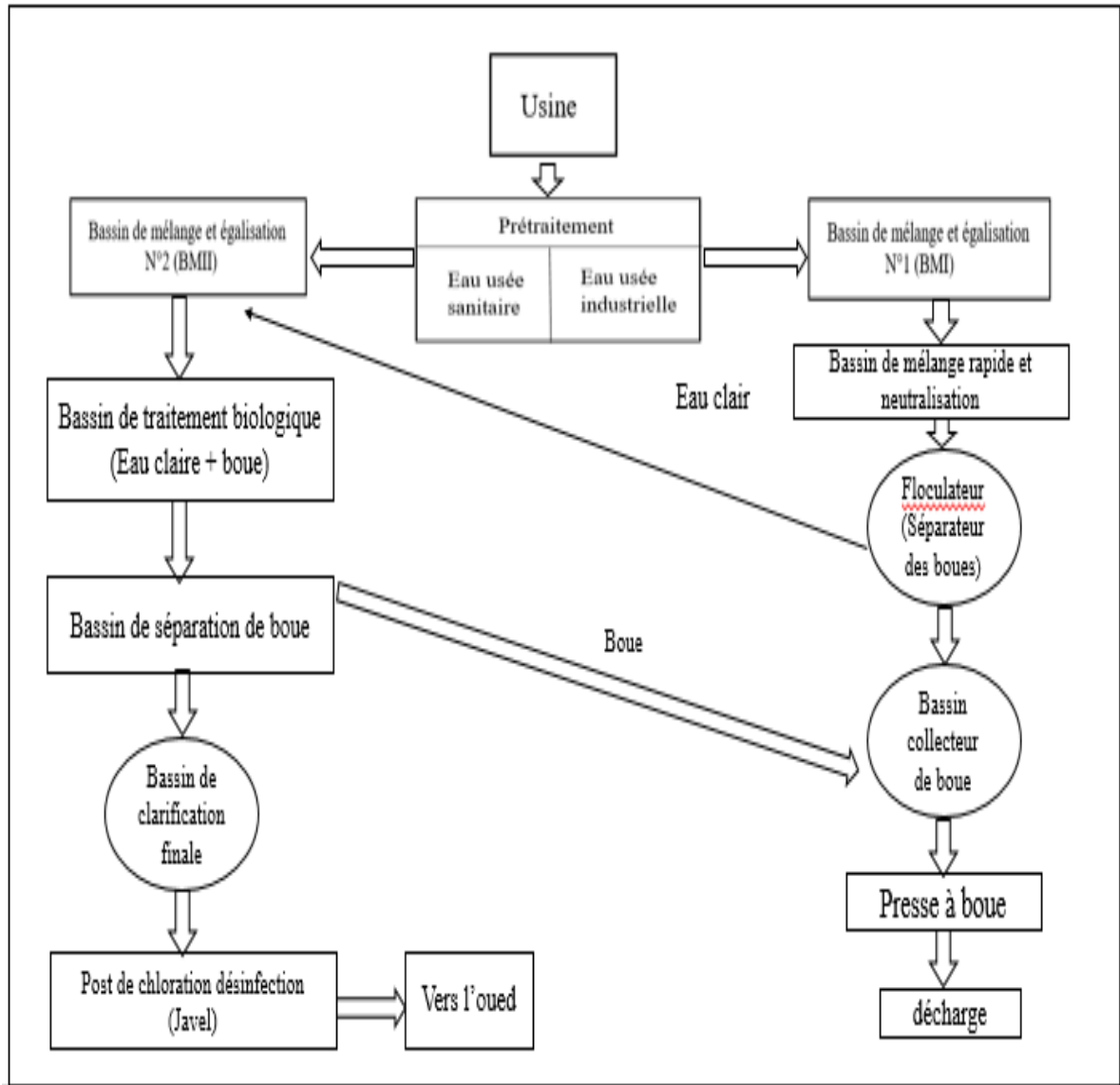


Figure (II.15) : Schéma général de la STEP du complexe de Sebdoou.

Les équipements présents dans la STEP sont résumés dans le tableau (Annexe 2).

Le schéma de la station d'épuration des eaux usées en vue de face : (Annexe 3).

Le schéma de la station d'épuration des eaux usées en vue de dessus : (Annexe 4).

III.4. LE DEBIT ENTRANT ET SORTANT DE LA STEP :

Il y'a des compteurs placés dans la STEP pour prendre les quantités d'eau quotidienne entrant de la station d'épuration.

Les eaux usées industriels de l'usine de SEBDOU sont caractérisé par les débits suivants : débit normal : $86\text{m}^3/\text{h}$, débit de point : $165\text{m}^3/\text{h}$ [4].

III.5. LE NETTOYAGE DES BASSINS :

Le processus de nettoyage est tout aussi important que les étapes de traitement mentionnées précédemment, de sorte que l'équipement nécessite un nettoyage régulier pour assurer le bon fonctionnement de la station d'épuration. Négliger le nettoyage des différents bassins entraîne un certain nombre de problèmes, notamment :

- Effet de traitement réduit de sorte que l'eau qui sort du bassin est chargée de polluants et n'est pas claire.
- La diminution du rendement de la STEP fait que l'eau épurée ne répond pas aux normes des rejets imposés par la réglementation Algérienne.
- Le colmatage des conduites à cause des dépôts et le colmatage des pompes.

Tableau (II.1) : Norme de rejets de l'industrie de textile (journal officiel de la république algérienne N°2, 23 avril 2006)

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limite anciennes installations
température	°C	30	35
Ph	/	6.5-8.5	6-9
DBO ₅	Mg/l	150	200
DCO	Mg/l	250	300
Matière décantable	Mg/l	0.4	0.5
Matière non dissoute	Mg/l	30	40
oxydabilité	Mg/l	100	120
permanganate	Mg/l	20	25

CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons fait une description globale du complexe textile de Sebdoou et de la STEP avec la description de différentes étapes de l'épuration de ces eaux usées (industrielles et sanitaire). Nous avons mentionnées aussi que le processus de traitement des eaux usées est nécessaire pour minimiser la pollution présente dans ces eaux avant de leur rejet dans le milieu naturel et que l'objectif principal de cette opération est de protéger

l'être humaine contre les MTH et aussi protéger l'environnement (la faune et la flore) contre la pollution.

CHAPITRE III

ETUDE DES PERFORMANCES D'UNE STATION D'EPURATION – CAS DE LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU –

CHAPITRE III :

ETUDE DES PERFORMANCES D'UNE STATION D'EPURATION – CAS DE LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU –

INTRODUCTION :

Dans toutes les stations d'épuration, il existe un laboratoire spécial pour effectuer toutes les analyses et les contrôles de qualité de l'eau traitée à différents stades d'épuration en vue d'un meilleur respect des normes de rejet.

Dans ce chapitre, nous étudierons les performances épuratoires de la station d'épuration de l'usine textile SEBDOU. Cette étude a été menée sur une série statistique datée de 2012 à 2020 et les paramètres considérés sont : le pH, la température, la conductivité, et la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO5). Les analyses chimiques permettent de déterminer la quantité de différents paramètres de pollution qui se trouvent dans l'eau dans chaque bassin et les paramètres physiques permettent de connaître la qualité des eaux usées.

I. RESULTATS ET DISCUSSIONS :

Ces analyses sont effectuées en laboratoire par prélèvement d'échantillons dans chaque bassin. Les résultats obtenus sont consignés manuellement dans une fiche technique pour faciliter le travail du comité de suivi.

I.1. LE Ph :

La figure (III.1) représente la variation de Ph à l'entrée et à la sortie de la STEP depuis 2012 jusqu'à 2020.

D'après la figure (III.1), on remarque que la variation de PH à la sortie depuis 2012 jusqu'à 2020 est entre 6.5 et 8.5 d'où la fiabilité de la station.

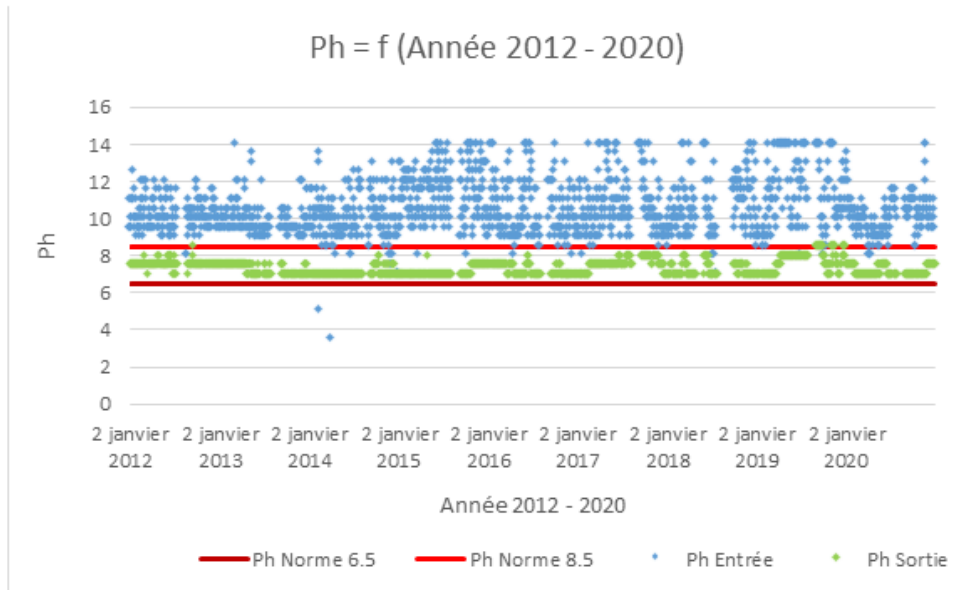


Figure (III.1) : Variation journalière du Ph des eaux usées (2012-2020).

I.2. LA TEMPERATURE :

La figure si dessous (III.2) représente la variation de la température depuis 2012 jusqu'à 2020.

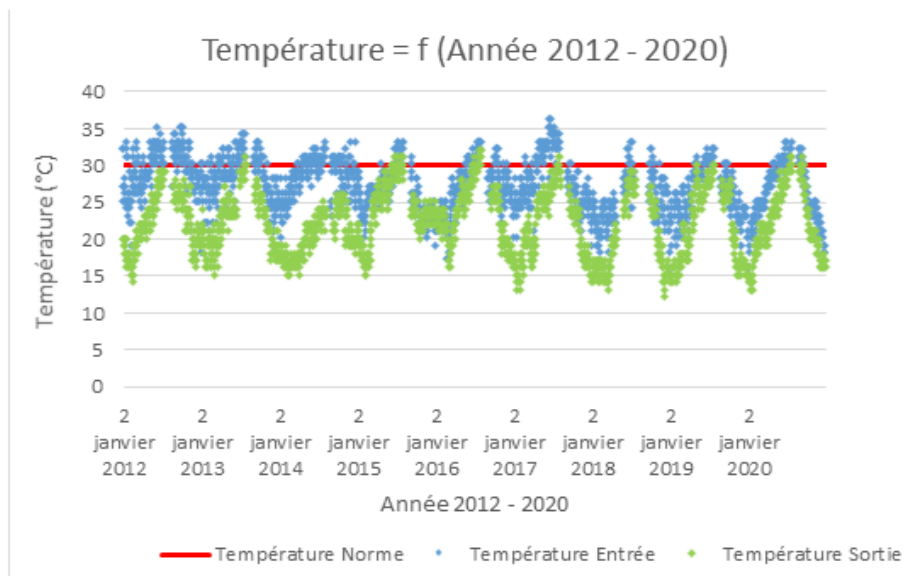


Figure (III.2) : La température journalière des eaux usées à la sortie.

D'après la figure si dessus, on remarque que les résultats de la variation de la température à la sortie sont divisés en deux parties :

complexe textile de SEBDOU-.

- La première partie comprend les années qui ne dépassent pas la norme de rejet qui est fixé à 30°C et cela inclut les années suivantes : 2012, 2014, 2017, 2018 et 2019.
- La deuxième partie comprend les années qui dépassent la norme de rejet et cela inclut les années suivantes : 2013, 2015, 2016 et 2020. Ce dépassement varie entre 31°C et 33°C. On remarque que ce problème se passe dans la saison d'été (Juin, Juillet et Août) et cela nous donne des informations selon lesquelles ces années mentionnées avaient des températures plus élevées que les autres années (Figure III.3 et III.4).

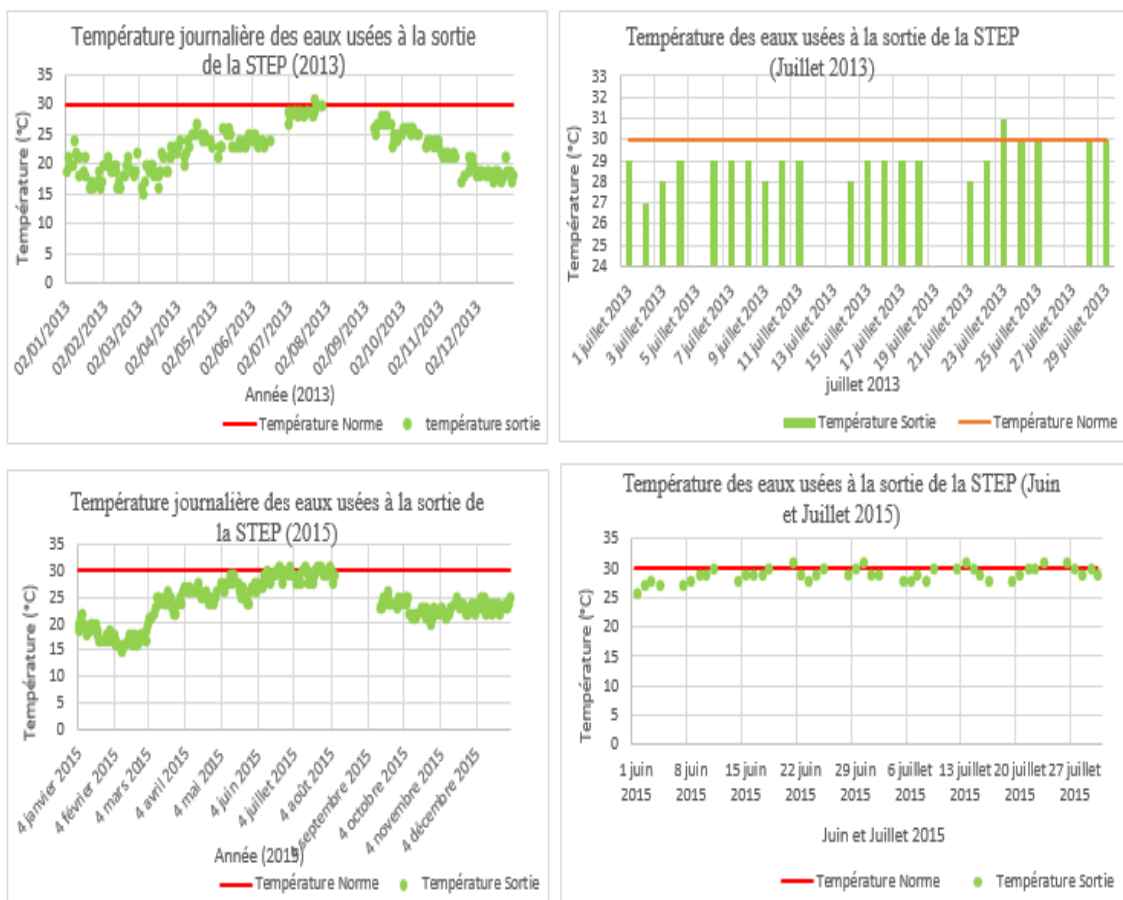


Figure (III.3) : La température journalière des eaux usées à la sortie des années 2013, 2015, et les mois Juin et Juillet.

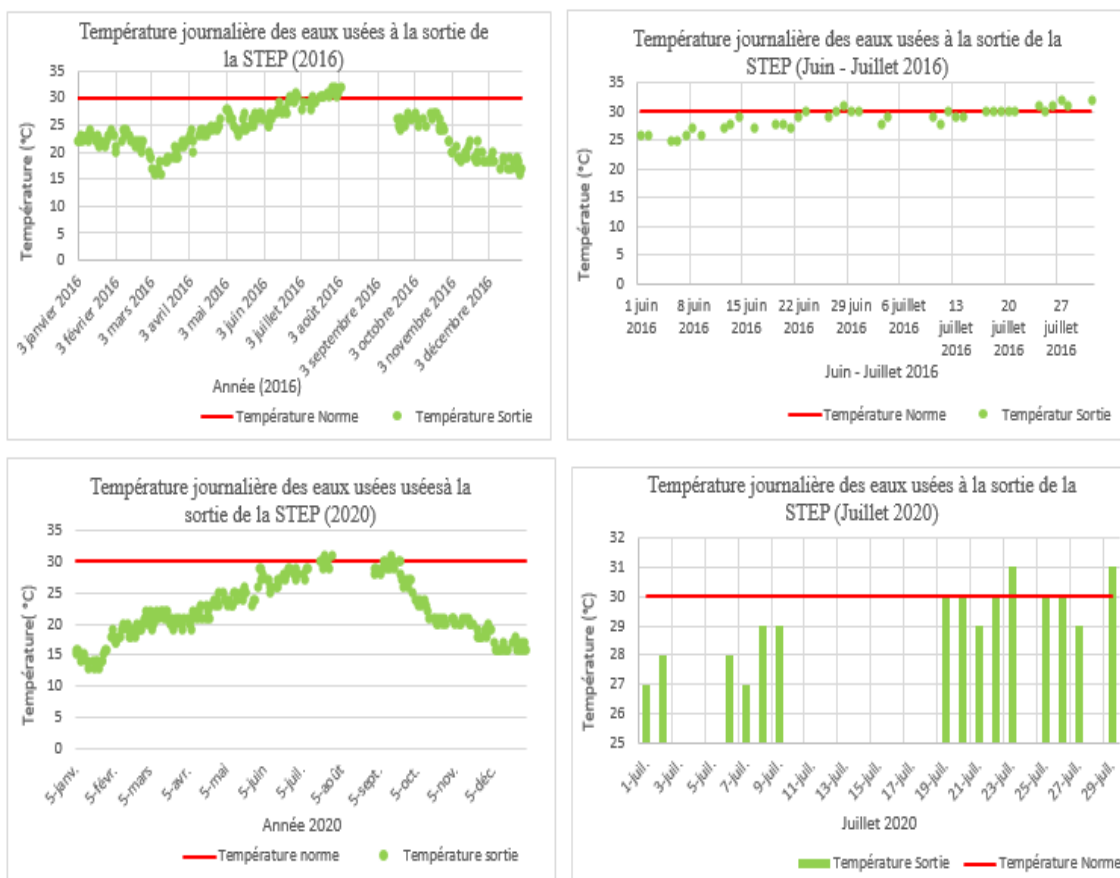


Figure (III.4) : La température journalière des eaux usées à la sortie des années 2016 et 2020 et les mois Juin et Juillet.

I.3. LA CONDUCTIVITE :

La conductivité est un paramètre qui permet de mesurer la capacité d'une solution électrolyte à conduire l'électricité. La norme spécifiée par la réglementation Algérienne est inférieure à 3200 $\mu\text{s}/\text{s}$.

Les mesures de la conductivité des eaux usées dans la STEP de Sebdou ont été effectué seulement pendant cinq années (de 2012 jusqu'au 2015). A partir de 2016 jusqu'à 2020, on remarque qu'ils n'ont pris aucune autre valeur de la conductivité, et cela est dû à la réfraction de la conductimètre.

D'après la figure (III.5), on remarque d'abord une diminution des valeurs de la conductivité entre l'entrée et la sortie de la STEP.

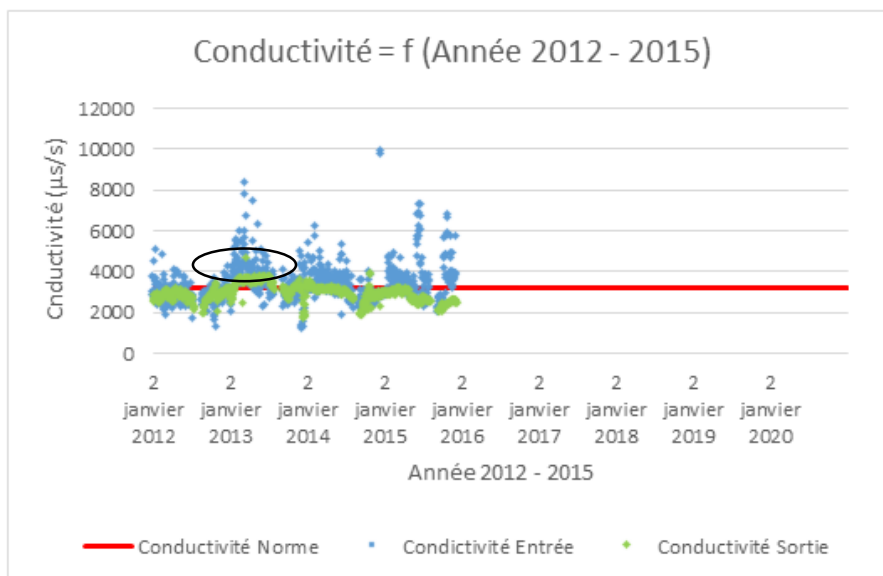


Figure (III.5) : La conductivité journalière des eaux usées (2012- 2015)

On note également que la conductivité des eaux usées à la sortie est globalement conforme à la norme au cours des années 2012, 2014 et 2015 (Figure III.6). Sauf en 2013, où l'on constate que la norme a été dépassée, du 20 janvier au 20 juillet (Figure III.7).

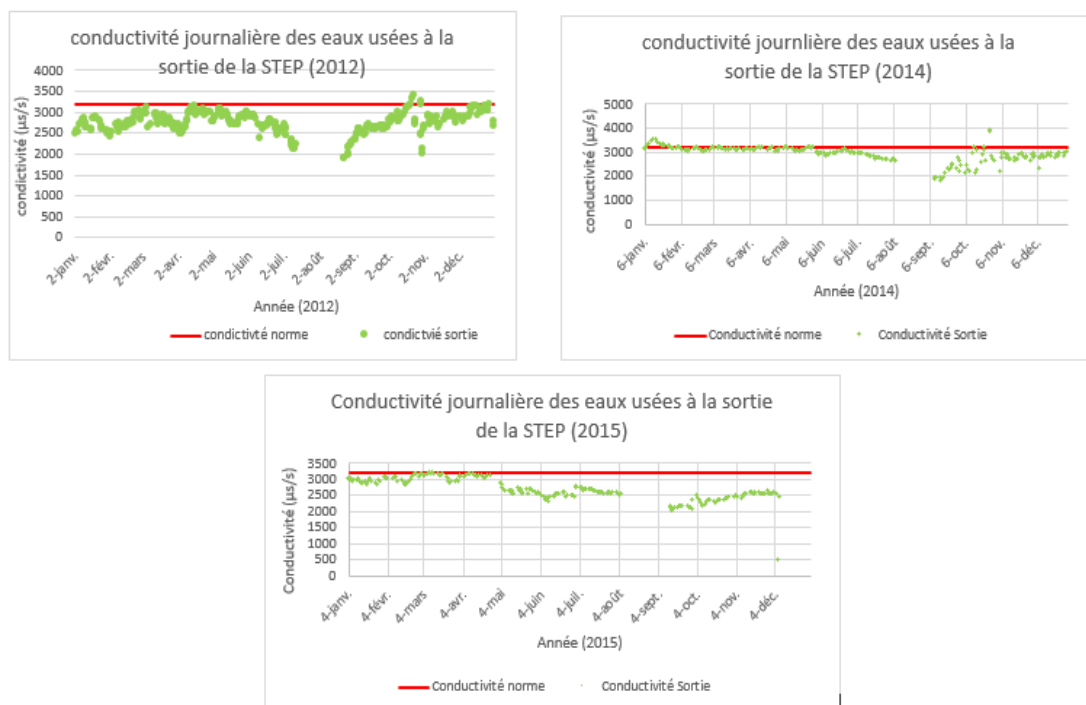


Figure (III.6) : Variation journalière de la conductivité des eaux usées à la sortie (2012, 2014 et 2015).

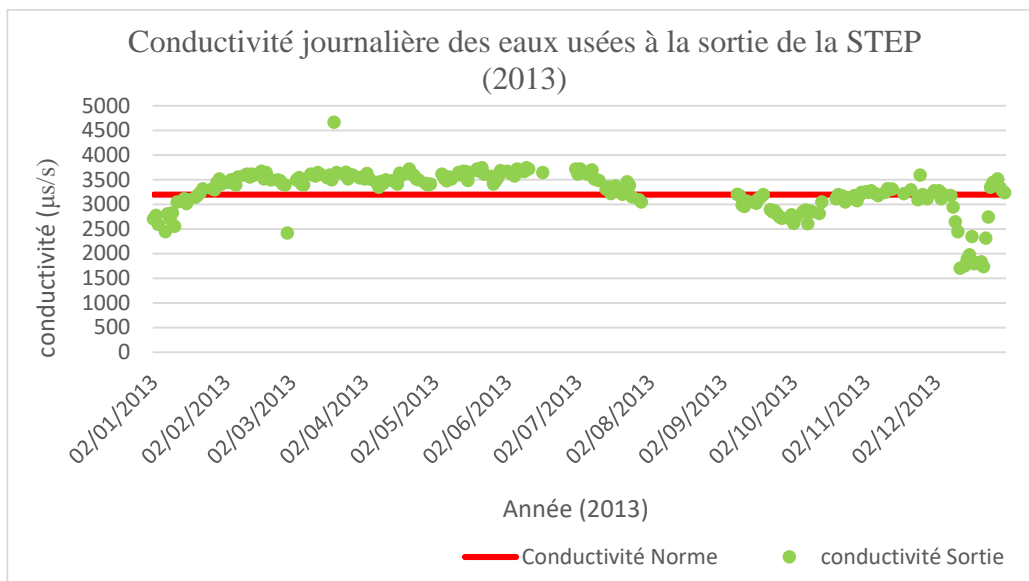


Figure (III.7) : Variation journalière de la conductivité des eaux usées à la sortie (2013).

I.4. DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE :

La figure (III.8) représente la variation de DCO en fonction d'une série d'année de 2012 jusqu'à 2020.

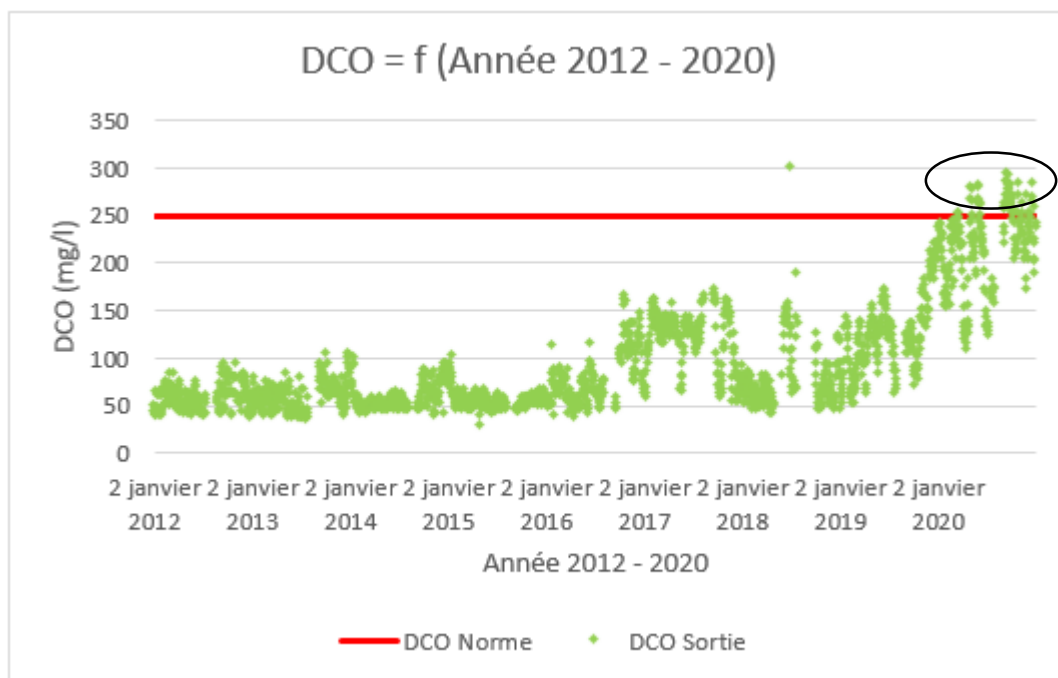


Figure (III.8) : Le DCO journalier des eaux usées de l'année 2012 jusqu'au 2020.

On remarque qu'il n'y a pas un dépassement des valeurs de DCO durant toutes les années (2012- 2019). Par contre, le problème commence en 2020 où on enregistre une

élévation sensible de DCO (Figure III.9) et ça revient à un problème au niveau de l'étape du traitement biologique.

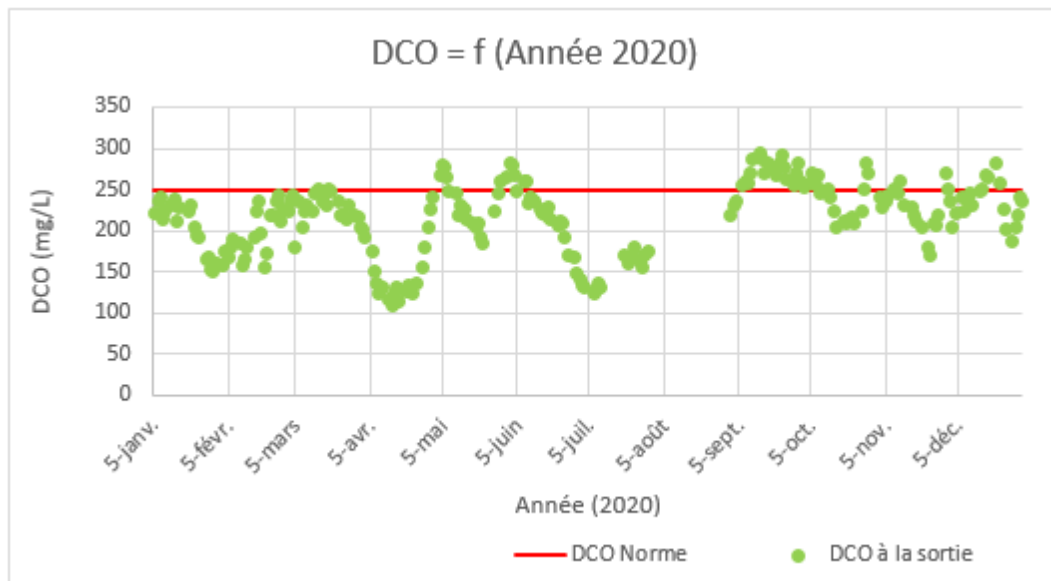


Figure (III.9) : DCO journalier des eaux usées à la sortie de la STEP du l'année 2020.

I.5. LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE :

La figure suivante (III.10) représente la variation de la DBO5 en fonction d'une série d'année de 2012 jusqu'à 2020.

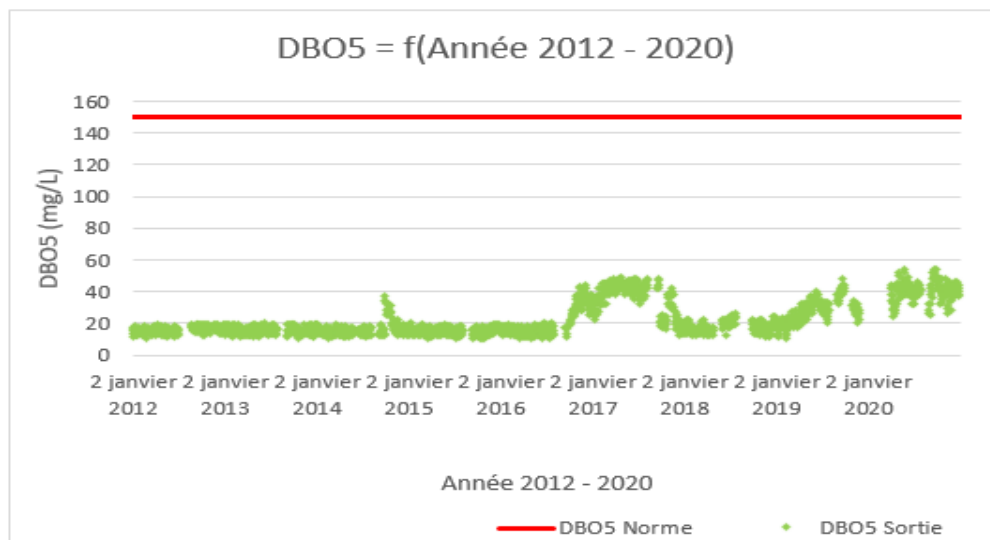


Figure (III.10) : DBO5 journalier des eaux usées de l'année 2012 jusqu'au 2020.

En examinant la figure, on remarque qui il y a une fluctuation des valeurs de DBO5 dans les années 2016, 2017, 2019 et 2020 sans dépasser la norme (150 mg/L). D'autre façon,

complexe textile de SEBDOU-.

on remarque aussi qu'à partir 2012 jusqu'à la fin de 2016 que les valeurs de la DBO5 sont constantes (entre 19 et 20 mg/L).

Remarque :

Les valeurs des normes des paramètres physico-chimiques que nous avons utilisées pour réaliser notre étude sont les mêmes valeurs utilisées dans le laboratoire d'analyses de la STEP du complexe textile de Sebdou.

CONCLUSION :

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que la plupart des paramètres a été dans les normes des rejets à la sortie de la STEP à l'exception de certains paramètres qui ont enregistré des dépassements de ces normes.

Les valeurs qui dépassent les normes de rejets la pluparts d'entre eux sont dus à des facteurs externes (les températures élevées en été, un problème dus au manque de nettoyage, ...ect) qui peuvent provoquer des dysfonctionnements au niveau de la STEP.

CHAPITRE IV :

LA PRESENTATION DE LA METHODE MULTICRITERE AHP

CHAPITRE IV

LA PRESENTATION DE LA METHODE MULTICRITERE AHP

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, nous abordons les différents dysfonctionnements que peut rencontrer une station d'épuration. Ensuite, nous définissons la méthode AHP que nous utiliserons comme outil mathématique dans notre étude.

I. PROCESSUS D'ANALYSE HIERARCHIQUE (AHP : Analytic Hierarchy Process) :

C'est une des méthodes d'analyses multicritères (AMD) qui a été développée par Thomas L.Saaty en 1980 à la Wharton School of Business de l'université de Pennsylvanie. C'est une méthode structurée pour organiser et analyser des décisions complexes, basée sur l'expérience et les mathématiques [29].

Cette méthode est capable de résoudre un grand nombre de problèmes décisionnels de façon quantitative en élaborant un modèle d'aide à la décision, représenté sous la forme d'une hiérarchie et établir ensuite des poids pour chaque critère. Ces poids sont fondés sur des jugements [29].

La méthode multicritère AHP est basée sur trois principes qui sont :

- La structure hiérarchique.
- Détermination de la matrice de jugement.
- Détermination de la cohérence.

II. LA PROCEDURE DE L'AHP :

La méthode multicritère AHP est basée sur trois principes qui sont :

II.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

C'est la première étape avec laquelle on commence la méthode d'AHP, elle consiste à décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique. Cette structure prend la forme d'une pyramide, elle commence toujours par un niveau 0 au sommet qui est l'objectif de la décision. Puis, il bifurque de ces derniers autres critères qui sont dans le niveau 1 puis ces derniers bifurquent aussi en dessous critères qui appartiennent au niveau 2.

Le schéma suivant résume la structure hiérarchique avec ses niveaux :

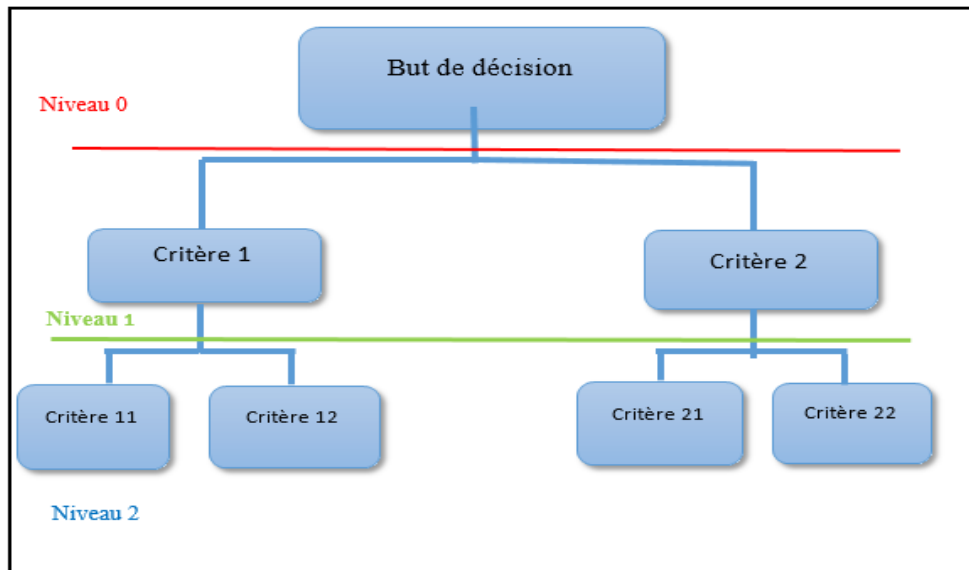


Figure (IV.1) : La structure Hiérarchique de la méthode AHP

Il n'y a pas de règle fermement établie pour construire une hiérarchie, cette construction dépend du type de décision qu'un individu ou un groupe d'individu doit prendre.

II.2. ETABLISSEMENT DE LA MATRICE DE JUGEMENT :

Cette étape consiste à établir une matrice qui s'appelle la matrice de jugement ou bien matrice des comparaisons binaires à l'aide de la structure hiérarchique qu'on a établie dans la première étape.

Pour chaque niveau du sommet à la base hiérarchique, on doit comparer de manière binaire les critères deux par rapport au critère supérieur en attribuant une note chiffrée sur une échelle prédéfinie [30].

Tableau (IV.1) : Echelle de comparaison binaire [30]

Appréciation	Degré d'importance
Importance égale de deux critères	1
Faible importance d'un critère par rapport à un autre	3
Importance moyenne d'un critère par rapport à un autre	4
Importance forte d'un critère par rapport à un autre	5
Importance attestée d'un critère par rapport à un autre	7
Importance absolue d'un critère par rapport à un autre	9

2, 4, 6, 8 : ce sont des valeurs intermédiaires entre deux jugements utilisé pour affiner le jugement.

Tableau (IV.2) : matrice de comparaison binaire.

	Critère 11	Critère 12	..	Critère 1n
Critère 11	1	a ₁₂	...	a _{1n}
Critère 12	a ₂₁	1	...	a _{2n}
...
Critère 1n	a _{n1}	a _{n2}	...	1

Avec :

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \dots\dots\dots(IV.1)$$

Par convention, la comparaison se fait toujours des éléments de gauche (lignes) aux éléments supérieurs (colonnes), pour comparer les éléments, il faut se poser la question suivante : Dans quelle mesure l'un des éléments possédait-il d'avantage, domine, satisfait, profite ou contribue-t-il au sujet de décision par rapport à l'autre ?

II.3. DETERMINATION DE POIDS :

Une fois la matrice des comparaisons acquise, on établit le poids de chaque critère en procédant de la manière suivante :

- La première étape consiste à calculer la somme de chaque colonne de la matrice de jugement.

Tableau (IV.3) : La somme des colonnes de la matrice de jugement.

	Cr ₁₁	Cr ₁₂	...	Cr _{1n}
Cr ₁₁	1	a ₁₂	...	a _{1n}
Cr ₁₂	a ₂₁	1	...	a _{2n}
...
Cr _{1n}	a _{n1}	a _{n2}	...	1
	$\sum_i a_{i1}$	$\sum_i a_{i2}$		$\sum_i a_{in}$

- Etablissement de la matrice normée à l'aide de la loi suivante :

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_i a_{ij}} \dots\dots\dots (IV.2)$$

Tableau (IV.4) : La matrice normée

	Cr ₁₁	Cr ₁₂	...	Cr _{1n}
Cr ₁₁	b ₁₁	b _{n12}	...	b _{1n}
Cr ₁₂	b ₂₁	b ₂₂	...	b _{2n}
...
Cr _{1n}	b _{n1}	b _{n2}	...	b _{nn}

- La détermination de poids p_j se fait à l'aide de la matrice normée dans laquelle on fait la somme de chaque ligne de cette dernière et on divise sur le nombre de critère à comparer.

$$P_n = \frac{1}{n} \sum_j b_{nj} \dots\dots\dots (IV.3)$$

II.4. LA COHERENCE DE JUGMENT :

Dans un problème de décision, les jugements sont basés sur des appréciations qui pourraient sembler aléatoire. Cependant, il est difficile de se tenir toujours à une cohérence parfaite, un des avantages majeur de l’AHP est de pouvoir calculer Le ratio de cohérence RC dont la valeur doit être inférieure ou égale à 10% pour déduire que les jugements sont cohérents.

Pour calculer cet indice SAATY propose d’appliquer la formule suivante

$$RC = \frac{IC}{RI} \dots\dots\dots (IV.4)$$

Si RC <=10% → le jugement est acceptable.

Si $RC \geq 10\%$ → il faut refaire l'analyse.

✓ **Calcul de RI :**

RI est l'indice de cohérence aléatoire issu par simulation, il est déterminé à l'aide du tableau suivant

Tableau (IV.5) : l'indice de cohérence aléatoire IR [30]

Nombre de critères : n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

✓ **Calcul d'IC :**

L'indice IC signifie l'indice de cohérence, il est déterminé par la formule suivante :

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots(IV.5)$$

Avec λ_{max} est la valeur propre maximale de la matrice de comparaison déduite de la manière suivante :

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum \frac{d_j}{p_j} \dots\dots\dots(IV.6)$$

Où la détermination de d_j se fait à l'aide de la matrice de jugement et à l'aide d'une formule (tableau IV.8)

Tableau (IV.6) : La détermination du d_j

	Critère 11	Critère 12	...	Critère 1n
Critère 11	$p_1 * a_{11}$	$p_2 * a_{12}$	...	$p_n * a_{1n}$
Critère 12	$p_1 * a_{21}$	$p_2 * a_{22}$	...	$p_n * a_{2n}$
...			...	
Critère 1n	$p_1 * a_{n1}$	$p_2 * a_{n2}$	...	$p_n * a_{nn}$
	$d_1 = \sum p_1 * a_{i1}$	$d_2 = \sum p_2 * a_{i2}$	...	$d_n = \sum p_n * a_{in}$

L'organigramme suivant résume les étapes impliquées dans la méthode d'AHP :

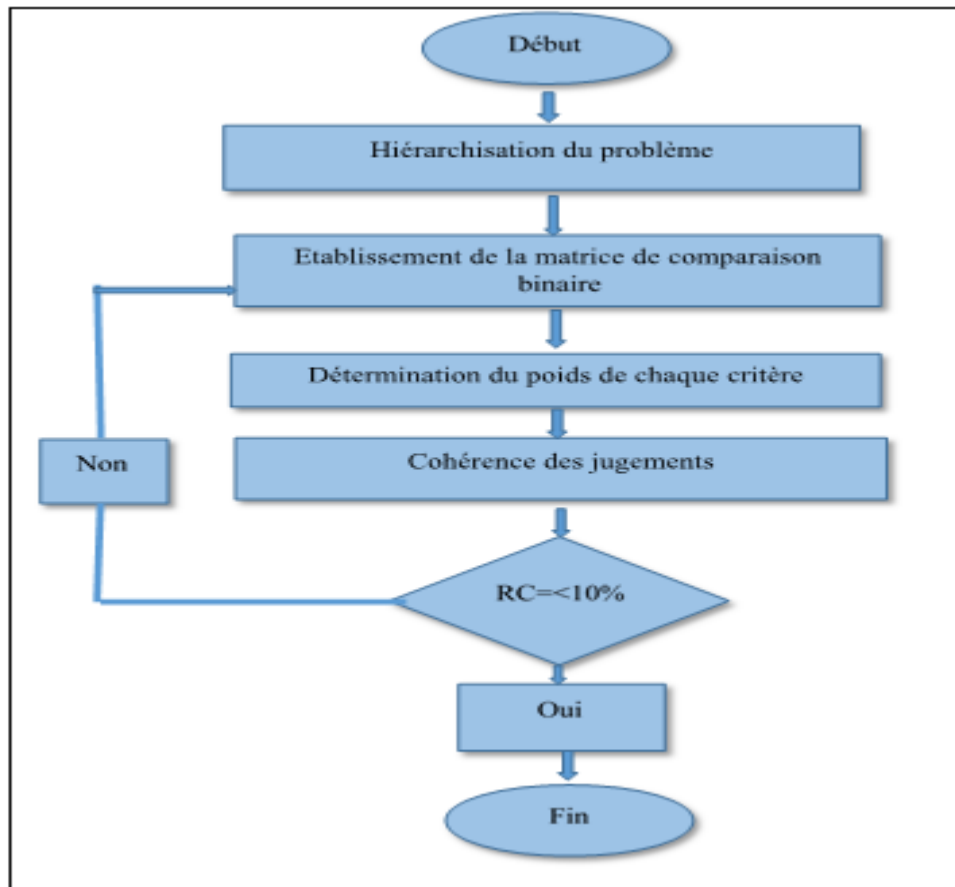


Figure (IV.2) : l'organigramme de L'AHP

III. LES AVANTAGES DE LA METHODE MULTICRITERE AHP :

Comme toutes les méthodes mathématiques inventées, la méthode d'AHP a plusieurs avantages. Parmi les quelles, on cite :

- Sa capacité de structurer un problème complexe, multicritère, multi personne et multi période de façon hiérarchique [31].
- La comparaison binaire des éléments (alternatives, critères et sous critères) [31].
- La simplicité de la méthode.
- La possibilité d'ajouter ou supprimer des critères et des sous critères.
- Donner un poids à chaque critère.
- On peut utiliser des critères qui ont un aspect qualitatif ou quantitatif.
- Le nombre des critères et sous critères n'est pas limité.
- La possibilité d'aller vers les détails.

CONCLUSION :

L'AHP est une méthode d'agrégation totale et l'une des méthodes d'analyse multicritère (AMC) qui combine plusieurs étapes pour l'étude des problèmes complexes dans différents domaines. L'avantage d'AHP est qu'elle décompose des problèmes complexes en arborescences faciles à étudier.

CHAPITRE V :

APPLICATION DE L’AHP POUR ETUDIER LA PERFORMANCE D’UNE STATION D’EPURATION – CAS DE LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU -

CHAPITRE V :

APPLICATION DE L'AHP POUR ETUDIER LA PERFORMANCE D'UNE STATION D'EPURATION – CAS DE LA STEP DU COMPLEXE TEXTILE DE SEBDOU –

INTRODUCTION :

Le bon fonctionnement d'une station d'épuration dépend tout d'abord du bon dimensionnement des ouvrages, des équipements etc. au stade de la conception initiale de sa construction. Cependant, la STEP peut rencontrer des problèmes et des dysfonctionnements à un ou plusieurs niveaux de structures ou d'équipements, ... affectant ainsi son rendement.

Le dysfonctionnement d'une STEP dépend d'une panoplie de critères (aléa naturel, états des pompes, caractéristiques des eaux usées,...)

Vu la complexité de ce problème, il nous paraît approprié d'utiliser la méthode d'analyse multicritère hiérarchique AHP (Analytical Hierarchy Process). Cette dernière offre le double avantage de pouvoir intégrer simultanément tous les critères opérant sur le dysfonctionnement d'une STEP et permet aussi de tenir compte de l'importance relative de chaque critère.

Dans ce chapitre, on s'est basé sur la station d'épuration du complexe textile DENITEX à SEBDOU pour définir un modèle numérique qui calcule le score de dysfonctionnement pour chaque étape de la procédure de traitement des eaux usées (figure V.1).

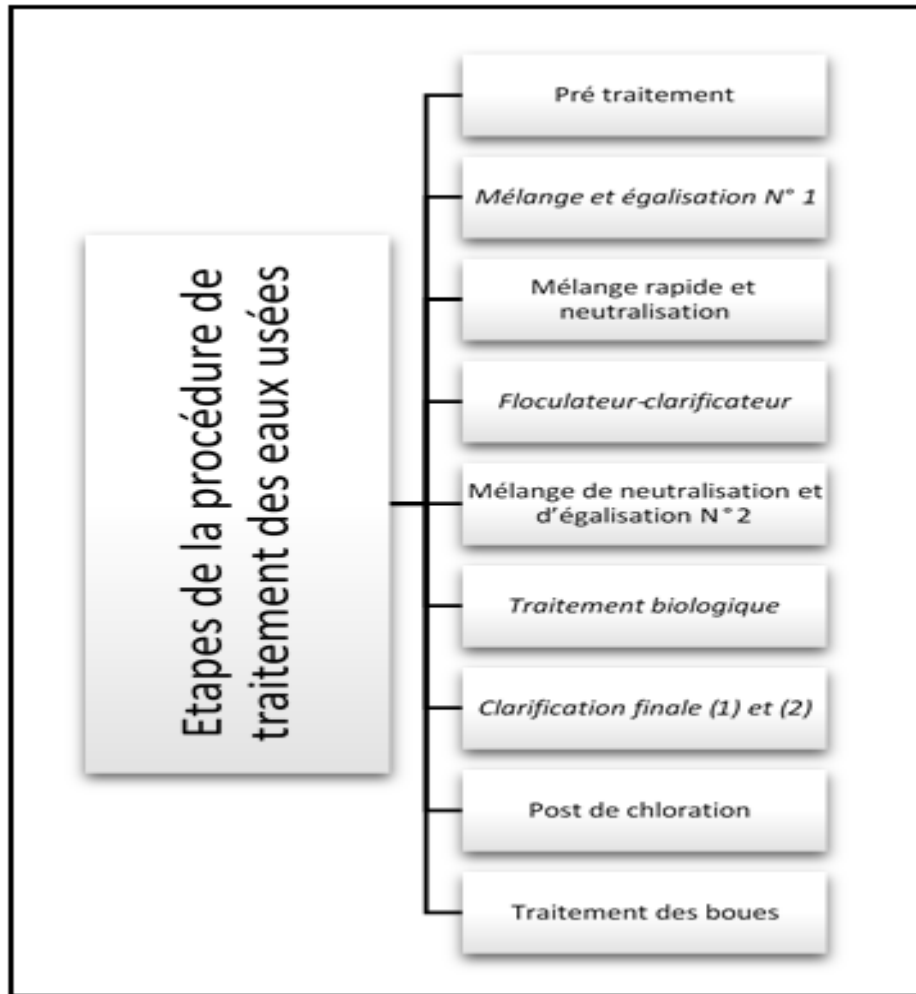


Figure (V.1) : Étapes de traitement des eaux usées pour la station de SEBDOU.

I. METHODOLOGIE :

Pour atteindre l'objectif de notre étude, on passe par deux étapes principales ; bloc A et B (Figure V.2)

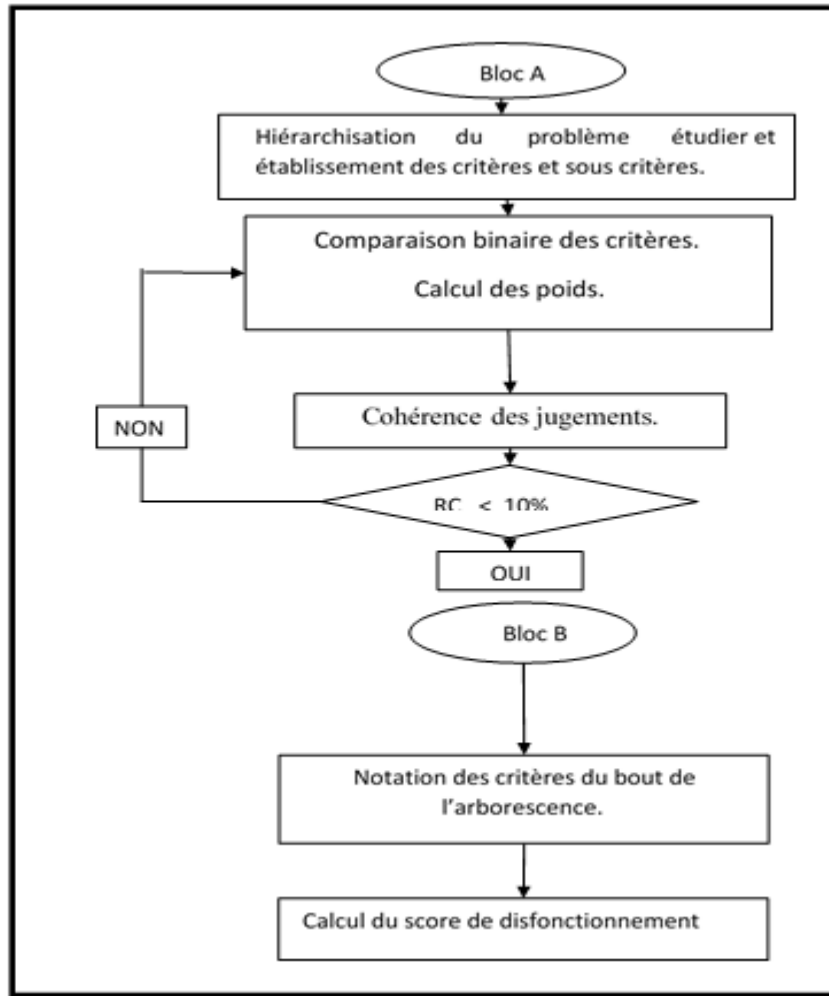


Figure (V.2) : l'algorithme de modèle numérique.

Dans le bloc A, la méthode de prise de décision AHP (Hierarchical Analysis Process) est utilisée. Elle convertit des comparaisons par paires en un vecteur de priorité.

Le bloc B est destiné à calculer le score de dysfonctionnement où un système de notation est attribué à tous les critères qui appartiennent au bout de l'arborescence.

Cette méthodologie est adoptée pour chaque étape du traitement des eaux usées.

II. PRETRAITEMENT :

L'étape de prétraitement est la première étape d'épuration des eaux usées où on doit éliminer une grande quantité de pollution de grand diamètre (macro pollution) comme les déchets flottants. Elle est considérée comme une étape très importante part à port aux autres de sorte que la réservation des déchets endommagera les équipements dans les étapes suivantes telles que le colmatage des pompes.

II.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

Après plusieurs réunions avec des experts on a élaboré la structure hiérarchique illustrée par la figure (V.3). Cette arborescence se compose de cinq niveaux :

Niveau 1 : Consiste à définir l'objectif de notre problème qui est le calcul du score de dysfonctionnement du prétraitement.

Niveau 2 : Comprend les deux principaux critères ; facteurs externes et facteurs internes.

Niveau 3 : Identifier les différents sous critères des critères ; facteurs internes et facteurs externes.

Niveau 4 : contient les différents facteurs des sous critères ; caractéristiques des eaux usées, équipements et ouvrages.

Niveau 5 : Englobe les sous facteurs du niveau 4.

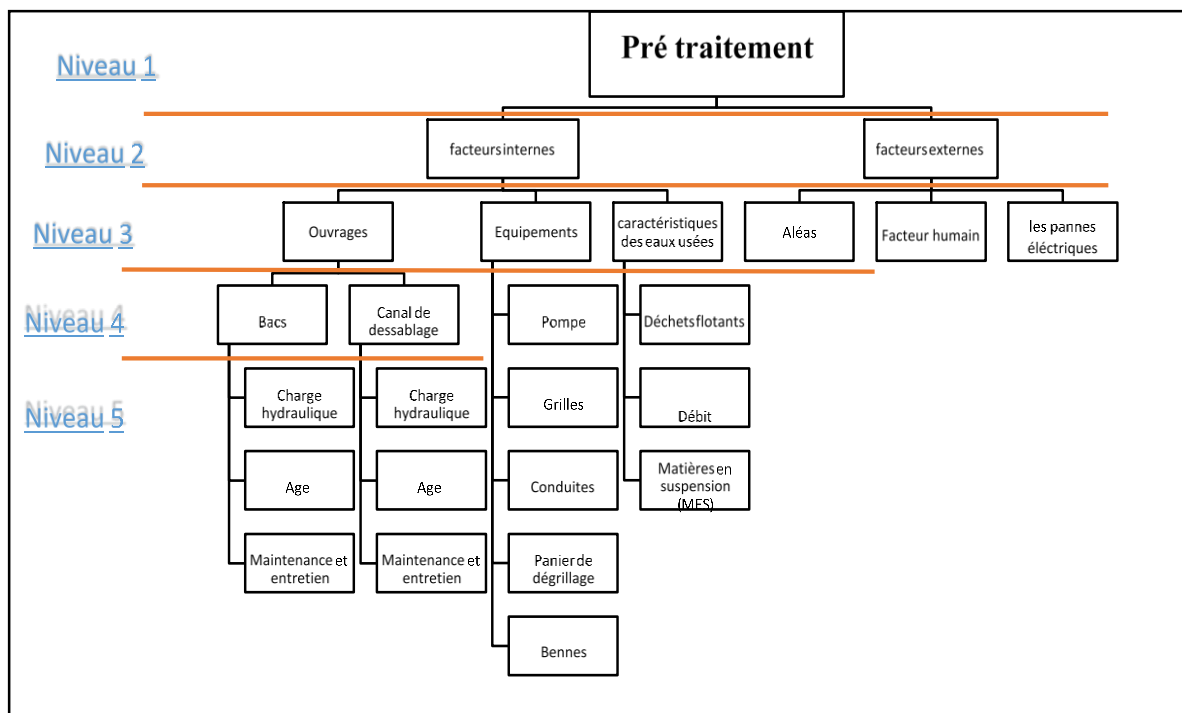


Figure (V.3) : La structure hiérarchique du prétraitement.

II.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Une fois que la structure hiérarchique est élaborée, on doit effectuer des matrices de comparaison binaire entre les critères afin de leur affecter un poids.

Comme pour l'étape précédente, et sur la base d'avis d'experts, nous avons défini 8 matrices qui illustrent les comparaisons binaires entre les critères (tableau V.1).

Ensuite, on a élaboré un programmes sous excel pour calculer les poids des critères et vérifier la cohérence des jugements (tableau V.1).

Le tableau suivant résume les résultats de calcul du poids et l'indice de cohérence du bassin de prétraitement.

Tableau (V.1) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères				Poids	CR (%)
Facteurs de prétraitement		Facteurs internes	Facteurs externes			
	Facteurs internes	1	4		$P_{fi}=0.8$	
	Facteurs externes	1/4	1		$P_{fe}=0.2$	
Facteurs Internes		Caractéristiques des eaux usées	Ouvrages	Equipement		
	Caractéristiques des eaux usées	1	2	1/5	$P_{ca}=0.19$	8.24%
	Ouvrages	1/2	1	1/4	$P_{ou}=0.13$	
	Equipement	5	4	1	$P_{eq}=0.67$	
Facteur Externes		Pannes électriques	Facteur humain	Aléas		
	Pannes électriques	1	2	1/5	$P_{pe}=0.19$	8.24%
	Facteur humain	1/2	1	1/4	$P_{th}=0.13$	
	Aléas	5	4	1	$P_{al}=0.68$	
Caractéristiques des eaux usées		Débit	Matières en suspension (MES)	Déchets flottants		
	Débit	1	1/4	1/2	$P_{débit}=0.14$	1.58%
	Matières en suspension (MES)	4	1	3	$P_{mes}=0.62$	
	Déchets flottants	2	1/3	1	$P_{déchet}=0.24$	

Equipements		pompe	1	1	2	1	2	$P_{po}=0,27$	0,08 %
		Grille	1	1	1	1	2	$P_{gr}=0,21$	
		conduite	0,5	1	1	1	1	$P_{co}=0,17$	
		Panier de dégrillage	1	1	1	1	2	$P_{pd}=0,21$	
		benes	0,5	0,5	1	0,5	1	$P_{be}=0,13$	
Ouvrages		Canal de dessablage		Bacs					
		Canal de dessablage	1		1			$P_{cd}=0.5$	-
		Bacs	1		1			$P_{bac}=0.5$	
Canal de dessablage + BACS		Age	Maintenance et entretiens		Charge hydraulique				4.64%
		Age	1		3		1/2	$P_{ch}=0.33$	
		Maintenance et entretiens	1/3		1		1/3	$P_{age}=0.14$	
		Charge hydraulique	2		3		1	$P_{me}=0.53$	

CR (%) : Le rapport de cohérence.

Le choix des comparaisons dépend de l'impact du critère sur le fonctionnement du critère père.

IL3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE PRETRAITEMENT :

Quand on termine le calcul des poids, on doit définir un système de notation qui permettra d'expliquer l'impact de variation de chaque critère sur le dysfonctionnement de la STEP. Ces notations sont comprises entre 0 et 10 selon leurs impacts sur le dysfonctionnement. Les résultats atteints sont présentés dans le tableau (V.2).

Tableau (V.2) : Système de notation des facteurs du prétraitement.

Sous facteur	Caractéristiques	Notations	Sous facteur	Caractéristiques	Notations
	Fréquente	10	Matières en	Dans les normes [30 mg/L]	3

Pannes électriques (N_{pe})	Moyennement fréquente	5	suspension (MES) (N_{MES})	Dépasse les normes	6	
	Rare	2	Déchets flottants (N_{DF})	Eau chargée ou très chargée	7	
Facteur Humain (N_{FH})	Personnel qualifiée	0		Panier (N_{pa})	Moyennement chargée	4
	Personnel peu qualifiée	4	Peu chargée		0	
	Personnel non qualifiée	6	Pompes (N_{po})	Bonne état	0	
Aléa (N_{al})	Etat de neige	10		Mauvais état avec pièce de rechange	2	
	Aucun aléa	0		Mauvais état avec rupture de pièce	10	
	Vent de sable	2		Bennes (N_{be})	Bonne état	0
	Etat de gel	4			Mauvais état avec pièce de rechange	2
	Grève	10			Mauvais état avec rupture de pièce	10
	Débit (N_D)	Epidémie		8	disponible	0
		Congé (annuelle ...)		10		Non disponible	5
		Maximal (débit de pointe)	8	Age (N_{age})	Plus de 100 ans	10
Moyen	0	[80,100[	9		
Minimal	5	[20,40[	4		
Maintenance et entretien (P_{Main})	Fréquente	0	[10,20[	3	
	Rare	7	[0,10[	2	
	Aucune	9	Conduites (N_{cond})	Bonne état	0	
Elevée	9	Peu colmaté		5		
	Moyenne	1				

Charge hydraulique (P_{Ch})	Faible	0		Mauvais état (colmaté)	10
---------------------------------	--------	---	--	------------------------	----

Remarque :

- SEBDOU a un climat froid en hiver et de fortes chutes de neige, ce qui entrave la circulation des personnes et provoque des fermetures de routes pendant quelques jours et l'arrêt complet de l'usine et la STEP.
- Le gel à peu d'influences sur le fonctionnement des stations d'épurations en général, il forme de la glace à l'intérieur des conduites qui entrave l'écoulement de l'eau. Il forme également une couche de glace à la surface d'eau dans les bassins. De plus, la majorité des micro-organismes se développent plus rapidement à des températures élevées de 38 °C ou moins. Cependant, leur développement devient très lent en dessous de 12°C, ou presque nulle en dessous de 5°C [32]. Pour surmonter ces problèmes, de l'eau chaude est injectée dans les conduites pour faire fondre la glace à l'intérieur. On attend quelques heures que le soleil se lève pour faire fondre la glace à la surface des bassins puis on commence à travailler normalement.

II.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU PRETRAITEMENT :

Le score de dysfonctionnement du bassin de prétraitement (SDPRE) est déterminé par les résultats des tableaux (V.1), (V.2) et la formule suivante :

$$SDPRE = p_{fi} * SD_{facteurs\ internes} + p_{fe} * SD_{facteurs\ externes} \quad (V.1)$$

Avec

$$SD_{facteurs\ internes} = p_{ou} * SD_{ouvrage} + p_{\acute{e}q} * SD_{\acute{e}quipement} + p_{ca} * SD_{cara\ des\ eaux\ us\acute{e}es} \quad (V.2)$$

$$SD_{ouvrage} = p_{cd} * (p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}) + p_{bac} * (p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}) \quad (V.3)$$

$$SD_{\acute{e}quipement} = p_{po} N_{po} + p_{gr} N_{gr} + p_{co} N_{co} + p_{pd} N_{pd} + p_{be} N_{be} \quad (V.4)$$

$$SD_{cara\ des\ eaux\ us\acute{e}es} = p_{d\acute{e}bit} N_{d\acute{e}bit} + p_{mes} N_{mes} + p_{d\acute{e}chet} N_{d\acute{e}chet} \quad (V.5)$$

$$SD_{facteurs\ externes} = p_{pe} N_{pe} + p_{fe} N_{fe} + p_{al} N_{al} \quad (V.6)$$

Et

$SD_{facteurs\ internes}$: est le score de dysfonctionnement des facteurs internes.

$SD_{facteurs\ externes}$: est le score de dysfonctionnement des facteurs externes.

$SD_{ouvrage}$: est le score de dysfonctionnement des ouvrages.

$SD_{équipement}$: est le score de dysfonctionnement des équipements

$SD_{cara\ des\ eaux\ usées}$: est le score de dysfonctionnement des caractéristiques des eaux usées.

Remarque :

La valeur du $SD_{facteurs\ externes}$ est conservée pour toutes les étapes suivantes.

III. MELANGE ET EGALISATION N°1 :

Le bassin de mélange et égalisation N°1 reçoit seulement les eaux usées industrielles.

III.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

En suivant la même procédure comme dans l'étape de prétraitement on a élaboré la structure hiérarchique illustrée par la figure (V.4).

Niveau 1 : Consiste à définir l'objectif de notre problème qui est le calcul du score de dysfonctionnement du bassin de mélange et égalisation N°1.

Niveau 2 : Comprend les deux principaux critères : facteurs externes et facteurs internes.

Niveau 3 : Identifier les différents sous critères des critères ; facteurs internes et facteurs externes. (On conserve les sous critères des facteurs externes)

Niveau 4 : Identifier les différents facteurs des sous critères.

Niveau 5 : Contient les sous facteurs : Ph et DCO.

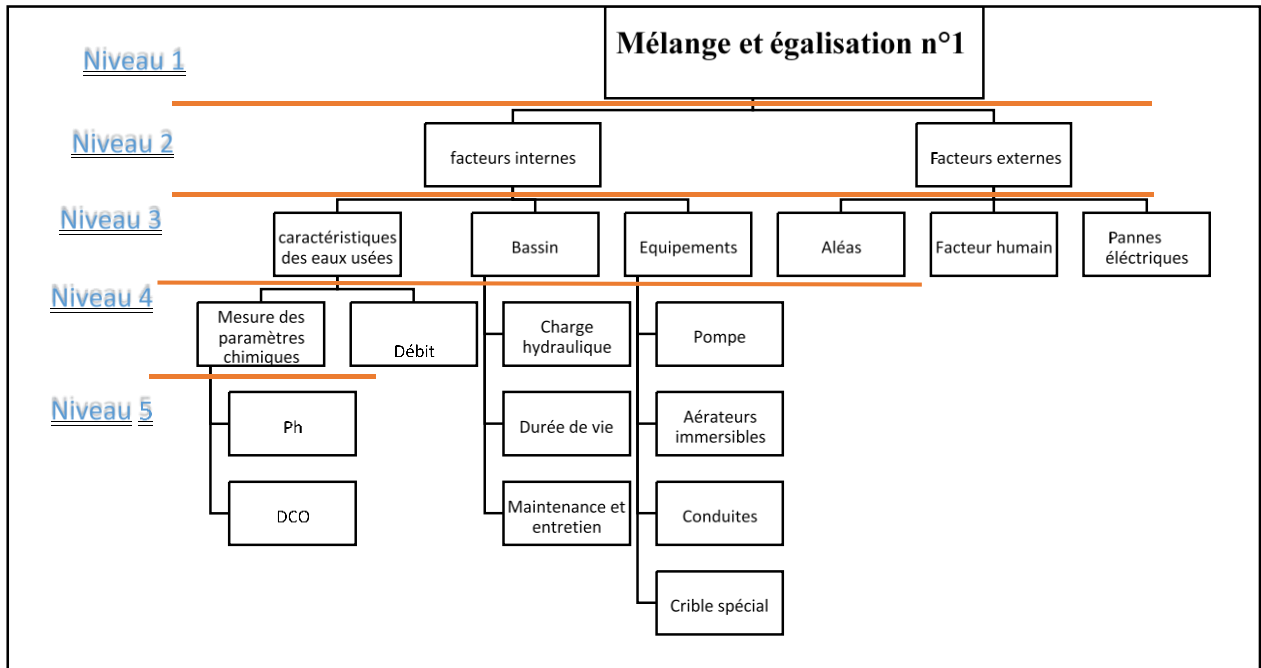


Figure (V.4) : La structure hiérarchique de bassin de mélange et égalisation N°1.

III.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Nous maintenons les comparaisons binaires des branches des critères ; facteurs externes et bassin (tableau V.3). Quant aux autres comparaisons binaires, elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau (V.3) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères			Poids	CR (%)
Caractéristiques des eaux usées		Débit	Paramètres chimiques		
	Débit	1	1/3	$P_{débit}=0.25$	-
	Paramètres chimiques	3	1	$P_{pch}=0.75$	
Mesure des paramètres chimiques		Ph	DCO		
	Ph	1	1	$P_{ph}=0,5$	

	DCO	1	1			$P_{dco}=0,5$	-
Equipements		Pompe	Aérateurs immer­sibles	Conduites d’eau	Crible spécial		
	Pompe	1	1	2	1	$P_{po}=0,29$	0 %
	Aérateurs immer­sibles	1	1	2	1	$P_{ai}=0,29$	
	Conduites d’eau	0,5	0,5	1	0,5	$P_{co}=0,14$	
	Crible spécial	1	1	2	1	$P_{cs}=0,29$	

III.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°1 :

On conserve aussi quelques notations du tableau (V.2) et on définit les notations suivantes :

Tableau (V.4) : Système de notation des facteurs de bassin de mélange et égalisation N°1.

Sous facteur	Classe	Notes	Sous facteur	Classe	Notes
Aérateurs immer­sibles (N_{Ai})	Bonne état	0	Analyse du DCO (N_{dco})	Produits disponibles	0
	Mauvaise état avec réserve de secours	2		Rupture de stock	10
	Mauvaise état avec rupture de stock	10	Appareil de mesure du Ph (N_{Ph})	Disponible	0
Crible spécial (N_{esp})	Bonne état	0		Non disponible	2
	Mauvaise état avec réserve de secours	2			

	Mauvaise état avec rupture de stock	10
--	---	----

III.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°1 :

On applique les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.3), (V.4) et les formules (V.1), (V.2), (V.6) avec :

$$SD_{ouvrage} = p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me} \quad (V.7)$$

$$SD_{équipement} = p_{po} N_{po} + p_{ai} N_{ai} + p_{co} N_{co} + p_{cs} N_{cs} \quad (V.8)$$

$$SD_{cara des eaux usées} = p_{débit} N_{débit} + p_{pch}(p_{ph} N_{ph} + p_{dco} N_{dco}) \quad (V.9)$$

Et $p_{ou} = p_{bassin}$

IV. BASSIN DE MELANGE RAPIDE ET NEUTRALISATION :

Dans ce bassin, les eaux usées subissent un traitement physico-chimique pour éliminer une grande partie de la pollution sous forme de colloïdes et de grumeaux. De plus, la valeur du Ph est ajustée ($Ph = 7$).

IV.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

La structure hiérarchique mentionnée dans la figure (V.5) se compose de cinq niveaux :

Niveau 1 : Consiste à définir l'objectif de notre problème qui est le calcul du score de dysfonctionnement du bassin de mélange rapide et neutralisation.

Niveau 2 : Comprend les deux principaux critères : facteurs externes et facteurs internes.

Niveau 3 : Identifie les différents sous critères des facteurs externes et les sous critères des facteurs internes ; ouvrage, équipement et produit chimique injecté.

Niveau 4 : Identifie les différents facteurs des sous critères.

Niveau 5 : Englobe-les sous facteurs du niveau 4.

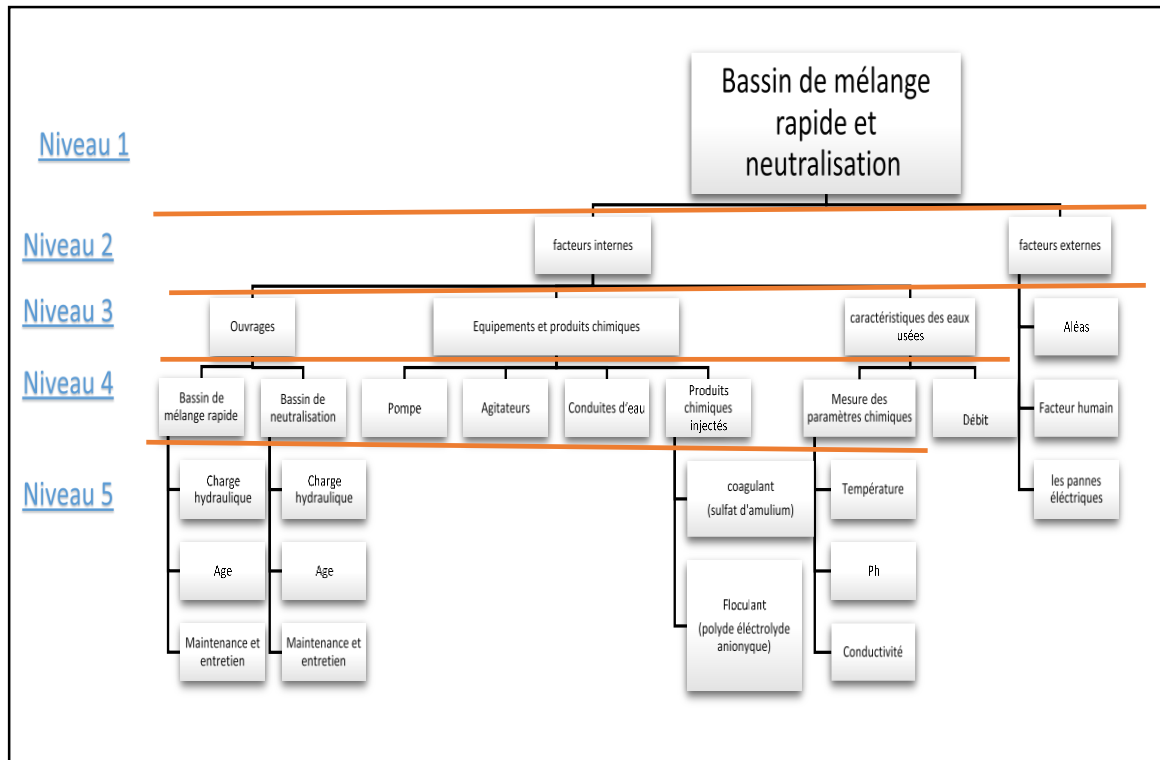


Figure (V.5) : La structure hiérarchique de bassin de mélange rapide et neutralisation

IV.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Les résultats acquis sont présentés dans le tableau (V.5).

Tableau (V.5) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères		Poids	CR (%)	
	Bassin de mélange rapide	Bassin de neutralisation			
Ouvrages	Bassin de mélang	1	1	$P_{bmr}=0.5$	-
	Bassin de neutralisation	1	1	$P_{bn}=0.5$	
Produits chimiques injectés	Coagulant	1	1	$P_{coa}=0,5$	-
	Floculant	1	1		

	Floculant	1	1	1	$P_{fi}=0,5$	
Equipements et produits chimiques injectés	Pompe	1	1	2	1	0%
	Agitateur	1	1	2	1	
	Conduites	0,5	0,5	1	0,5	
	Produits chimiques injectés	1	1	2	1	
Paramètres physico-chimiques	Température		P	Conductivité		9.42%
	Température	1	1/4	2	$P_{te}=0.22$	
	Ph	4	1	3	$P_{ph}=0.62$	
	Conductivité	1/2	1/3	1	$P_{cond}=0.16$	

IV.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE MELANGE RAPIDE ET NEUTRALISATION :

On garde quelques notations des tableaux (V.2) et (V.4) et on définit les notations suivantes :

Tableau (V.6) : Système de notation des facteurs du bassin de mélange rapide et neutralisation.

Facteurs	Classe	Notes	Facteurs	Classe	Notes
Agitateurs (N_{Ag})	Bonne état	0	Coagulant (N_{coa})	Disponible	0
	Peu endommagé	7		Rupture de Stock	10
	Mauvaise état	9	Floculant (N_{fo})	Disponible	0

Température (N_{te})	Dans les normes ($\leq 30^\circ$)	4		Rupture de Stock	10
	Dépasse les normes	0		Conductivité (N_{con})	Dans les normes ($\leq 3200\mu s/s$)	0
					Dépasse les normes	8

IV.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE MELANGE RAPIDE ET NEUTRALISATION :

Le score de dysfonctionnement du bassin de mélange rapide et neutralisation ($SDMRN$) est obtenu en appliquant les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.5), (V.6) et les relations (V.1), (V.2), (V.6) où

$$SD_{ouvrage} = p_{bmr} * (p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}) + p_{bn} * (p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}) \quad (V.10)$$

$$SD_{équipement} = p_{po} N_{po} + p_{ag} N_{ag} + p_{co} N_{co} + p_{pci} (p_{coa} N_{coa} + p_{flc} N_{flc}) \quad (V.11)$$

$$SD_{cara\ des\ eaux\ usées} = p_{débit} N_{débit} + p_{ppc} (p_{ph} N_{ph} + p_{con} N_{con} + p_{te} N_{te}) \quad (V.12)$$

V. BASSIN DE FLOCCULATION – CLARIFICATEUR :

Le bassin de floculation – Clarificateur est considéré comme un décanteur primaire où on sépare une quantité de boue des eaux usées.

V.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

La structure hiérarchique du problème se compose de cinq niveaux illustrés par la figure (V.6).

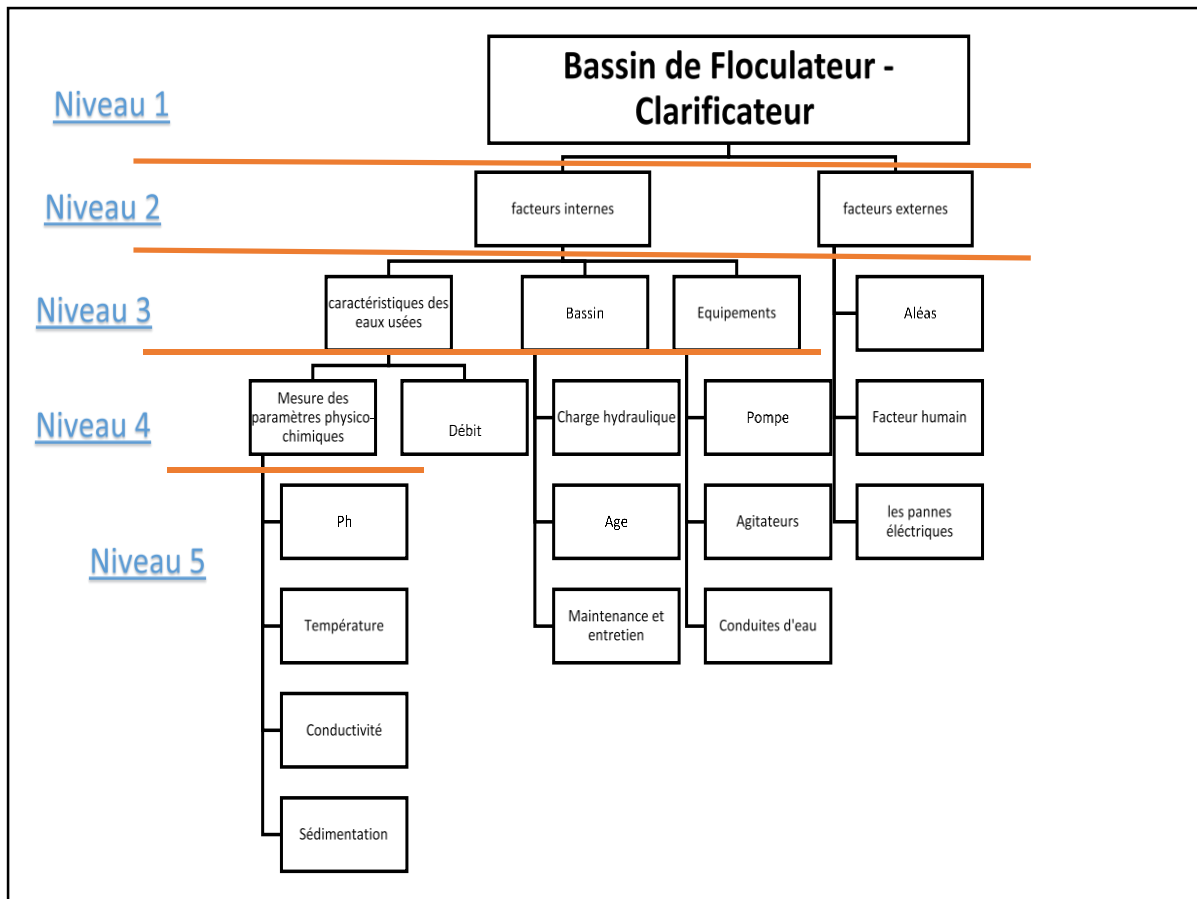


Figure (V.6) : La structure hiérarchique du bassin de Flocculation – Clarificateur.

V.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Les autres comparaisons binaires des critères sont mentionnées dans les tableaux (V.1) et (V.3) et on définit les notations suivantes :

Tableau (V.7) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères					Poids	RC (%)
		Température	Sédimentation	Conductivité	Ph		
Paramètres physico-chimique		Température	Sédimentation	Conductivité	Ph		2.65%
	Température	1	0,33	2	0,5	P _{te} =0.17	
	Sédimentation	3	1	3	2	P _{séd} =0.45	
	Conductivité	0,5	0,3	1	0,5	P _{cond} =0.12	
	Ph	2	0,5	2	1	P _{ph} =0.26	
Equipements		Pompe	Agitateur	Conduites d'eaux		poids	0%
	Pompe	1	1	2		P _{po} = 0,4	
	Agitateur	1	1	2		P _{ag} = 0,4	
	Conduites d'eaux	0,5	0,5	1		P _{co} = 0,2	

V.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE FLOCCULATION – CLARIFICATEUR :

Les nouvelles notations sont mentionnées dans le tableau (V.8) :

Tableau (V.8) : Système de notation des facteurs du bassin de Flocculation - Clarificateur.

Sous facteur	Classe	Notes
Température (N_{te})	Dans les normes ($\leq 30^\circ$)	4
	Dépasse les normes	10
Sédimentation ($N_{séd}$)	Dans les normes (20%)	4
	Dépasse les normes	10
Ph (N_{ph})	Acide	9
	Neutre	0
	Alcaline	10
Conductivité (N_{con})	Dans les normes ($\leq 3200\mu s/s$)	4
	Dépasse les normes	10

V.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE FLOCCULATION – CLARIFICATEUR :

Pour calculer le score de dysfonctionnement du bassin de Flocculation - Clarificateur, on doit appliquer les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.7), (V.8) et les relations (V.1), (V.2), (V.6) avec :

$$SD_{ouvrage} = p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me} \quad (V.11)$$

$$SD_{équipement} = p_{po} N_{po} + p_{ag} N_{ag} + p_{co} N_{co} \quad (V.12)$$

$$SD_{cara\ des\ eaux\ usées} = p_{débit} N_{débit} + p_{ppc} (p_{ph} N_{ph} + p_{con} N_{con} + p_{te} N_{te} + p_{séd} N_{séd}) \quad (V. 13)$$

VI. BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°2 :

Dans cette étape, l'eau usée industrielle doit être mélangé avec l'eau usée sanitaire pour continue les autres étapes d'épuration qui suivent.

De plus, ce bassin a les mêmes caractéristiques que le Bassin de mélange et d'égalisation N°1 donc nous maintiendrons la plupart des résultats du Bassin de mélange et d'égalisation N°1.

VI.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

La structure hiérarchique du problème se compose de cinq niveaux illustrés par la figure (V.7)

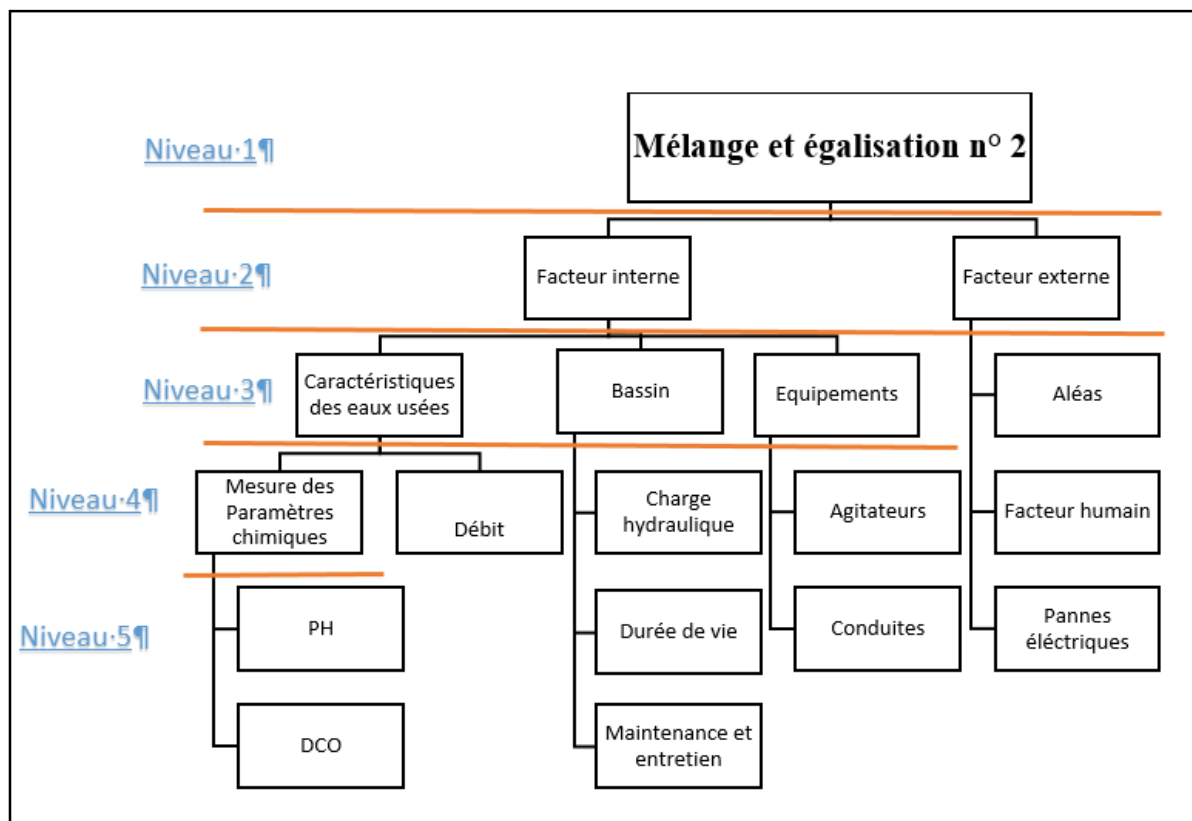


Figure (V.7) : La structure hiérarchique de bassin de mélange et égalisation N°2.

IV.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Nous maintenons les comparaisons binaires des branches des critères ; facteurs externes et bassin (tableau V.1). Quant aux autres comparaisons binaires, elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau (V.9) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères			Poids	CR (%)
Equipements		Agitateurs	Conduites		
	Agitateurs	1	7	$P_{\text{Agitateur}}=0,87$	-
	Conduites	1/7	1	$P_{\text{conduites}}=0,12$	

VI.3. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE MELANGE ET EGALISATION N°2 :

On applique les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.3), (V.4), (V.9) et les formules (V.1), (V.2), (V.6), (V.7) et (V.9) avec :

$$SD_{\text{équipement}} = p_{ai} N_{ai} + p_{co} N_{co} \quad (\text{V.20})$$

VII. TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

A ce stade, le traitement biologique repose sur le travail des bactéries présentes dans l'eau. De plus, l'oxygène est nécessaire pour cette opération.

VII.1. LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

La figure (V.8) présente la structure hiérarchique élaborée pour cette étape.

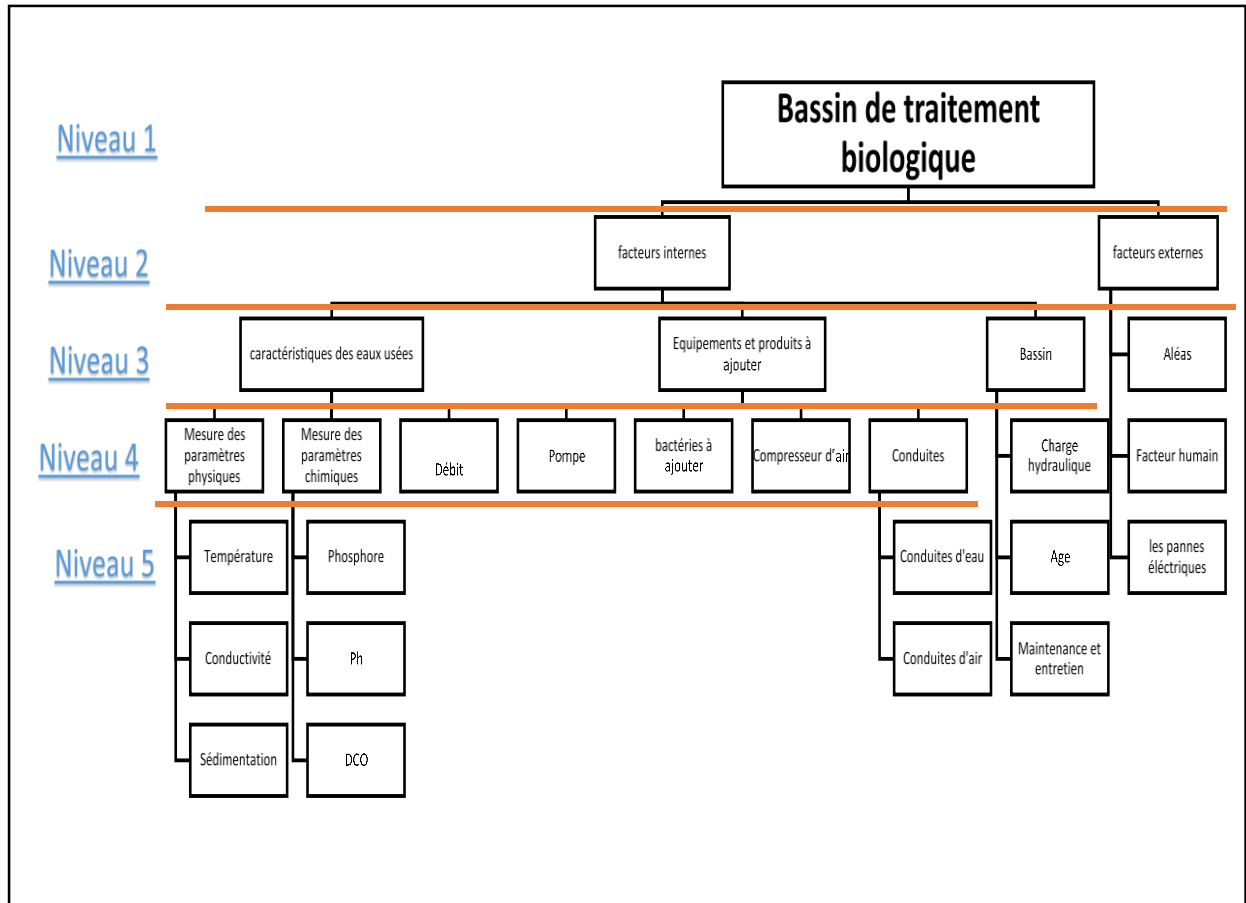


Figure (V.8) : Schéma de la structure hiérarchique du bassin de traitement biologique.

VII.2. COMPOSITION DES MATRICES DES COMPARAISONS BINAIRES :

Les résultats de calcul du poids de chaque critère et la vérification de la cohérence de jugement sont mentionnées dans le tableau (V.10) :

Tableau (V.10) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères				Poids	CR (%)
	Débit	Mesure des paramètres chimiques	Mesure des paramètres physiques			
Caractéristiques des eaux usées	Débit	Mesure des paramètres chimiques	Mesure des paramètres physiques			4.7%
	Débit	1	8	8	$P_{mpch}=0.13$	

	Mesure des paramètres chimiques	1/8	1	2	$P_{\text{débit}}=0.79$		
	Mesure des paramètres physiques	1/8	1/2	1	$P_{\text{mpp}}=0.08$		
Conduites	Conduites d’air	1	1		$P_{\text{cona}}=0.5$		-
	Conduites d’eaux	1	1		$P_{\text{cone}}=0.5$		
Mesure des paramètres chimiques		Phosphore	Ph	DCO			
	Phosphore	1	1/4	1/2	$P_{\text{pho}}=0.137$		1.58%
	Ph	4	1	3	$P_{\text{ph}}=0.62$		
	DCO	2	1/3	1	$P_{\text{dco}}=0.24$		
Mesure des paramètres physiques		Température	Conductivité	Sédimentation			
	Température	1	4	6	$P_{\text{te}}=0.69$		4.67%
	Conductivité	0,25	1	3	$P_{\text{con}}=0.22$		
	Sédimentation	1/6	1/3	1	$P_{\text{séd}}=0.09$		
Equipements et produits à ajouter		Pompe	bactéries à ajouter	Compresseur d’air	Conduites		
	Pompe	1	2	1	3	$P_{\text{po}}=0,36$	

	bactéries à ajouter	0,5	1	0,5	2	$P_{bac}=0,18$	0,51%
	Compresseur d’air	1	2	1	3	$P_{com}=0,36$	
	Conduites	0,33	0,5	0,33	1	$P_{Co}=0,11$	

VII.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

Le tableau suivant représente le système de notation que nous avons élaboré pour les facteurs du bassin de traitement biologique.

Tableau (V.11) : Système de notation des facteurs du bassin de traitement biologique.

Facteurs	Classe	Notation	Facteurs	Classe	Notation
Compresseur d’air (N_{com})	Bonne état	0	Conduites d’eau (N_{cone})	Bonne état	0
	Peu endommagé	5		Peu colmaté	5
	Mauvaise état	9		Mauvaise état (colmaté)	10
Bactéries à ajouter (N_{bac})	Disponible	0	Conduites d’air (N_{cona})	Bonne état	0
	Non disponible	10		Peu colmaté	5
Phosphore (N_{bpho})	Dans la norme [=0mg/l]	0		Mauvaise état (colmaté)	10
	Dépasse la norme [0 mg/l]	9			

VII.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

Le score *SDTB* est définie par les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.10), (V.11) et les relations (V.1), (V.2), (V.6), (V.11) avec :

$$SD_{\text{équipement}} = p_{po} N_{po} + p_{com} N_{com} + p_{bac} N_{bac} + p_{co}(p_{cona} N_{cona} + p_{cone} N_{cone}) \quad (V.14)$$

$$SD_{\text{cara des eaux usées}} = p_{débit} N_{débit} + p_{mpch}(p_{ph} N_{ph} + p_{pho} N_{pho} + p_{dco} N_{dco}) + p_{mpp}(p_{con} N_{con} + p_{te} N_{te} + p_{séd} N_{séd}) \quad (V.15)$$

VIII. BASSIN DE CLARIFICATION FINALE :

Dans cette étape d’épuration, l’eau usée est séparées des boues pour obtenir une eau claire.

VIII.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

La structure hiérarchique du problème se compose de six niveaux (figure V.9).

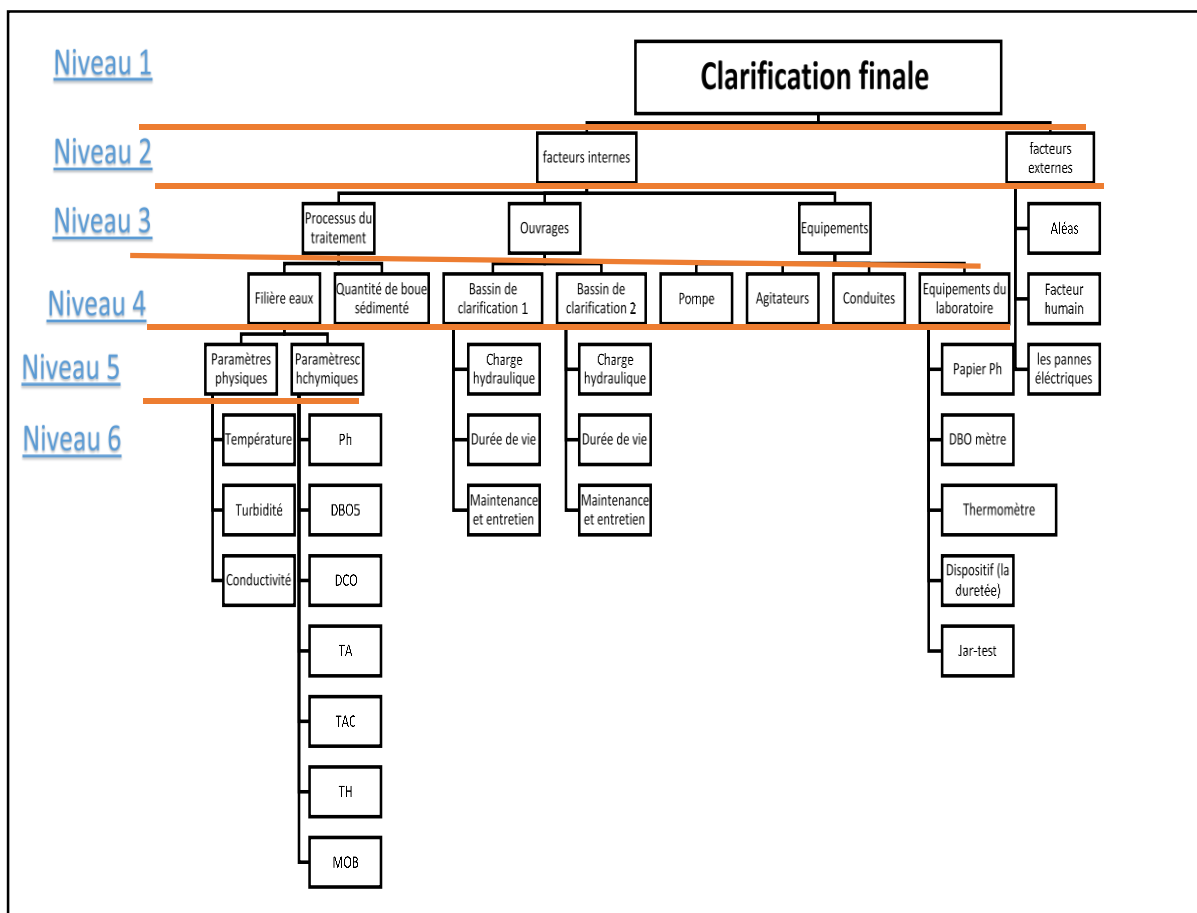


Figure (V.9) : Schéma de la structure hiérarchique du bassin de clarificateur finale.

VIII.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Le tableau suivant résume les résultats de calcul du poids et l'indice de cohérence du bassin de clarification final en conservant quelques comparaisons communes qui sont mentionnées dans le tableau (V.1).

Tableau (V.12) : Comparaison entre les facteurs et les sous facteurs avec ses poids.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères					Poids	CR %	
Facteurs internes		Ouvrages	Processus de traitement		Equipements			
	Ouvrages	1	1/6		1/5	$p_{ou} = 0.08$	8,21 %	
	Processus de traitement	6	1		3	$p_{pt} = 0.63$		
	Equipements	5	1/3		1	$p_{eq} = 0.29$		
Ouvrages		Bassin de clarification 1		Bassin de clarification 2				
	Bassin de clarification 1	1		1		$p_{ba1} = 0.5$		
	Bassin de clarification 2	1		1		$p_{ba2} = 0.5$		
Equipements		Pompe	Agitateurs	Conduites d'eau	Equipement du laboratoire			
	Pompe	1	4	5	6	$p_{po} = 0.63$	3,89 %	
	Agitateurs	1/4	1	2	3	$p_{agi} = 0.19$		
	Conduites d'eau	1/5	1/2	1	2	$p_{co} = 0.11$		
	Equipement du laboratoire	1/6	1/3	1/2	1	$p_{eq} = 0.08$		
Equipement du laboratoire		Papier Ph	DBO mètre	Thermomètre	Dispositif Pour Mesurer La dureté Totale	Jar-test		
	Papier Ph	1	2	2	2	1/2	$p_{ph} = 0.42$	7,40%
	DBO mètre	1/2	1	2	2	1/2	$p_{dbm} = 0.27$	
	Thermomètre	1/2	1/2	1	2	1/2	$p_{th} = 0.17$	

	Dispositif Pour Mesurer La dureté Totale	1/2	1/2	1/2	1	1/2	$p_{dma} = 0.14$		
	Jar-test	2	2	2	2	1	$p_{jt} = 0.56$		
Paramètres chimiques		Ph	DBO5	DCO	TA	TAC	TH	MOB	
	Ph	1	2	3	7	7	8	4	$p_{ph} = 0.36$
	DBO5	1/2	1	4	6	6	3	7	$p_{dbo5} = 0.24$
	DCO	1/3	1/4	1	3	3	4	1/6	$p_{dco} = 0.09$
	TA	1/7	1/6	1/3	1	1	1/3	1/2	$p_{ta} = 0.04$
	TAC	1/7	1/6	1/3	1	1	1/3	1/2	$p_{tac} = 0.04$
	TH	1/8	1/3	1/4	3	3	1	1/3	$p_{th} = 0.05$
	MOB	1/4	1/7	6	2	2	3	1	$p_{mob} = 0.18$
Paramètres physiques		Température		Turbidité		Conductivité			
	Température	1		6		5		$p_{tem} = 0.72$	
	Turbidité	1/6		1		2		$p_{tu} = 0.17$	
	Conductivité	1/5		1/2		1		$p_{con} = 0.11$	
Processus du traitement		Filière eaux			Quantité de boue sédimenté				
	Filière eaux	1			7			$p_{feau} = 0.88$	
	Quantité de boue sédimenté	1/7			1			$p_{qb} = 0.12$	
Filière eaux		Paramètres physiques			Paramètres chimiques				
	Paramètres physiques	1			1			$p_{pph} = 0.5$	
	Paramètres chimiques	1			1			$p_{pch} = 0.5$	

CR (%) : Le rapport de cohérence.

VIII.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE CLARIFICATION FINALE :

Le tableau suivant représente le système de notation que nous avons élaboré pour les nouveaux facteurs mentionnés dans l'arborescence.

Tableau (V.13) : Système de notation des facteurs du bassin de clarificateur finale

Sous facteur	Classe	Notes
Papier Ph (N_{ph}) DBO mètre (N_{dbm}), Thermomètre (N_{th}), Dispositif pour mesurer la Dureté totale (N_{dmd}), Jar-test (N_{jt})	Disponible	0
	Non disponible	9
Turbidité (N_{tu})	Dans la norme	0
	Dépasse la norme	10
DBO5 (N_{dbo5})	Dans la norme [$\leq 150\text{mg/l}$]	0
	Dépasse la norme	10
TH (N_{th})	Dans la norme	0
	Dépasse la norme	10
TA (N_{ta})	Dans la norme	0
	Dépasse la norme	10
TAC (N_{tac})	Dans la norme	0
	Dépasse la norme	10
MOB (N_{mob})	Dans la norme [$\leq 250\text{mg/l}$]	0
	Dépasse la norme [$> 250\text{mg/l}$]	10

VIII.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

Le score $SDCF$ est définie par les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.12), (V.13) et les relations (V.1), (V.6) avec :

$$SD_{facteurs\ internes} = p_{ou} * SD_{ouvrage} + p_{\acute{e}q} * SD_{\acute{e}quipement} + p_{pt} * SD_{Processus\ de\ traitement} \quad (V.16)$$

$$SD_{ouvrage} = p_{ba1} * (p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}) + p_{ba2} * (p_{ch} N_{ch} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}) \quad (V.17)$$

$$SD_{\acute{e}quipement} = p_{po} N_{po} + p_{agi} N_{agi} + p_{co} N_{co} + p_{eql} (p_{ph} N_{ph} + p_{dbm} N_{dbm} + p_{th} N_{th} + p_{dmd} N_{dmd} + p_{jt} N_{jt}) \quad (V.18)$$

$$SD_{Processus\ de\ traitement} = p_{qb} p_{qb} + p_{feau} (p_{pph} (p_{tem} N_{tem} + p_{tu} N_{tu} + p_{con} N_{con}) + p_{pch} (p_{ph} N_{ph} + p_{dbo5} N_{dbo5} + p_{dco} N_{dco} + p_{ta} N_{ta} + p_{tac} N_{tac} + p_{th} N_{th} + p_{mob} N_{mob})) \quad (V.19)$$

IX. BASSIN DE POST DE CHLORATION :

Cette étape consiste à désinfecté l'eau clarifiée en ajoutant des produits pour tuer tous les micro-organismes restants et les rejetés dans le milieu récepteur.

IX.1. ELABORATION DE LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

La structure hiérarchique de la figure (V.10) montre les critères considérés dans cette étape.

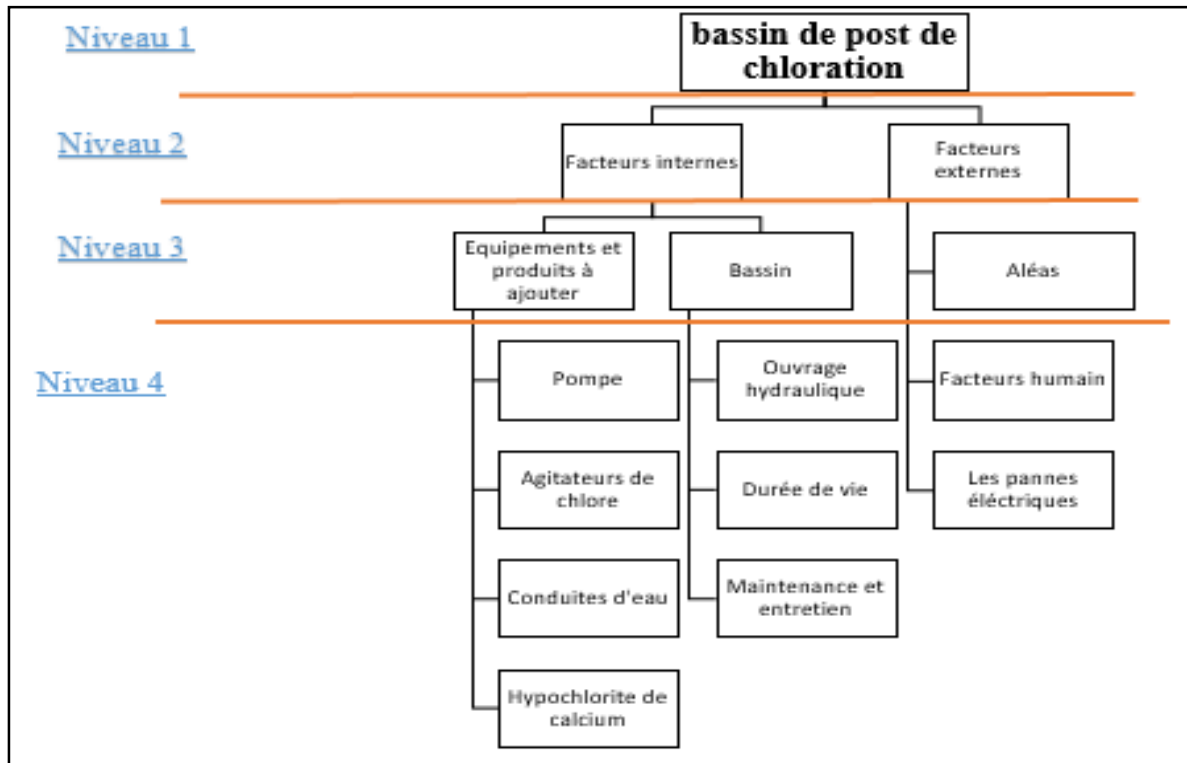


Figure (V.10) : La structure hiérarchique du bassin de post de chloration.

IX.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

On grade les calculs de sous facteur bassin et les calculs des facteurs externes mentionnées dans le tableau (V.1) et définit les résultats de calcul des poids et la cohérence de jugement de sous facteur équipements et produits à ajouter comme suit :

Tableau (V.14) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères					Poids	CR(%)
		Pompe	Conduites	Agitateurs de chlore	Hypochlorite de calcium		
Equipements et produits à ajouter	Pompe	1	2	0,5	0,5	$P_{po}=0,20$	0,51%
	Conduites	0,5	1	0,5	0,5	$P_{co}=0,12$	
	Agitateurs de chlore	2	2	1	0,5	$P_{ach}=0,30$	
	Hypochlorite de calcium	2	2	2	1	$P_{hys}=0,38$	

IX.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE POSTE DE CHLORATION :

On conserve ainsi quelques notations du tableau (V.2) et on définit les notations suivantes :

Tableau (V.15) : Système de notation des facteurs de bassin de poste de chloration.

Facteurs	Sous facteur	Classe	notes
Equipements et produits à ajouter	Pompes N_{po}	Bonne état	0
		Mauvaise état avec pièce de rechange	2
		Mauvaise état avec rupture de pièce	10
	Conduites	Bonne état	0
		Peu colmaté	5
		Mauvaise état (colmaté)	10
	Agitateur de chlore (N_{ach})	Bonne état	0
		Moyenne état	5
		Mauvaise état	10
	Hypochlorite de calcium (N_{hyc})	disponible	0
Rupture de stock		10	

IX.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE POSTE DE CHLORATION :

Le score $SDTPCH$ est définie par les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.14), (V.15) et les relations (V.1), (V.2), (V.6), (V.11) avec :

$$SD_{\text{équipement}} = p_{po} N_{po} + p_{co} N_{co} + p_{ach} N_{ach} + p_{hyc} N_{hyc} \quad (V.16)$$

IX. BASSIN DE TRAITEMENT DES BOUES :

Le traitement des boues est la dernière étape du traitement des eaux usées, dans laquelle on doit faire un séchage des boues à l'aide d'une machine technique appelée presse à boues pour évaporer l'eau qu'elles contiennent. A l'issue de cette étape, on obtient des boues sèches qui sont déversées à la sortie de la presse à boue pour une évacuation ultérieure.

X.1 LA STRUCTURE HIERARCHIQUE :

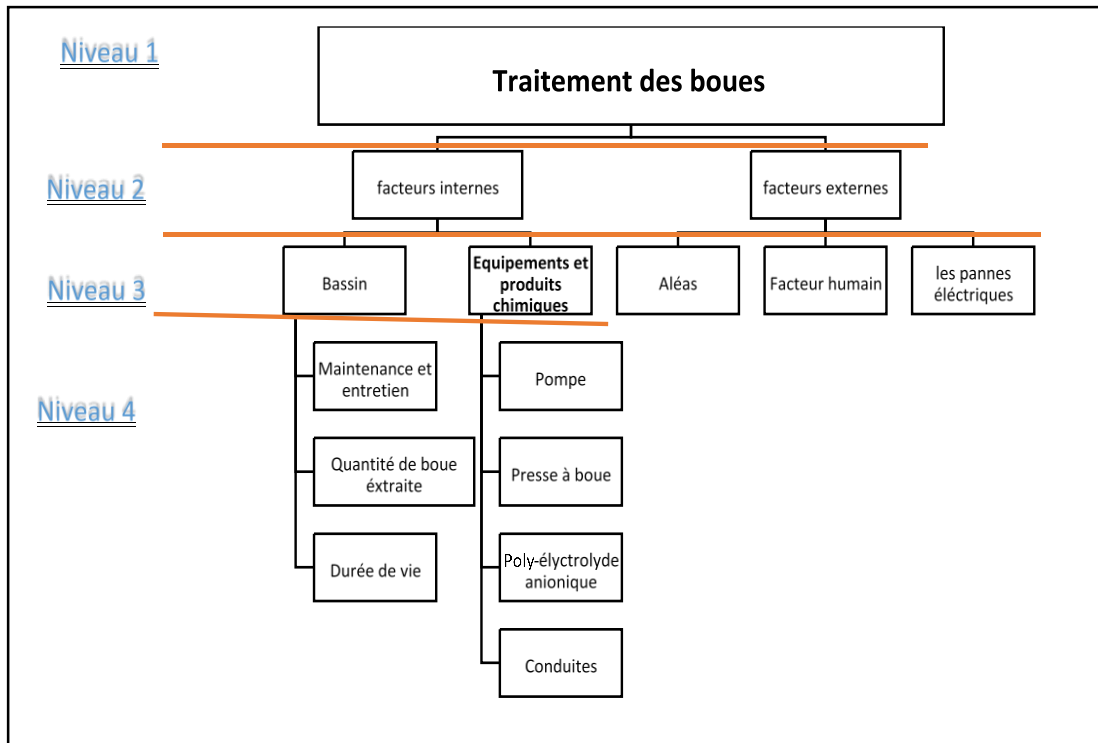


Figure (V.11) : La structure hiérarchique de bassin de recyclage de boue.

X.2. COMPOSITION DES MATRICES DE COMPARAISON BINAIRE :

Les résultats acquis sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau (V.16) : Comparaison binaire des critères, poids et indice de cohérence CR.

Facteurs pères	Comparaison binaire des critères					Poids	CR (%)
		Presse à boue	Pompe	Conduites	Poly-électrolyde anionique		
Equipements et produit chimique	Presse à boue	1	2	2	2	$P_{pb}=0,34$	6,73%
	Pompe	0,5	1	0,5	0,5	$P_{po}=0,21$	

	Conduites	2	2	1	0,5	$P_{co}=0,14$		
	Poly-électrolyde anionique	2	2	2	1	$P_{poé}=0,31$		
Bassin		Durée de vie		Quantité des boues extraite	Maintenance et entretien			8,21 %
	Durée de vie	1		1/6	1/5	$P_{po}=0,08$		
	Quantité des boues extraite	6		1	3	$P_{qb}=0,63$		
	Maintenance et entretien	5		1/3	1	$P_{me}=0,29$		
Facteurs internes		Bassin			Equipements et produits chimiques			
	Bassin	1			0,2	$P_{ou}=0,17$		
	Equipements et produits chimiques	5			1	$P_{éq}=0,83$		-

X.3. SYSTEME DE NOTATION DES FACTEURS DU BASSIN DE TRAITEMENT DES BOUES :

Tableau (V.17) : Système de notation des facteurs de bassin de traitement des boues.

Sous facteur	Classe	Notes
Presse à boue (N_{pb})	Bonne état	0
	Peu endommagée	5
	Mauvaise état	10
Poly-électrolyde anionique ($N_{poé}$)	Disponible	0
	Non disponible	10
Quantité de boue extraite (N_{qb})	Elevé	10
	Moyenne	8
	Faible	0

X.4. CALCUL DU SCORE DE DYSFONCTIONNEMENT DU BASSIN DE TRAITEMENT DES BOUES :

Le score $SDTB$ est définie par les résultats des tableaux (V.1), (V.2), (V.16), (V.17) et les relations (V.1), (V.6) avec :

$$SD_{facteurs\ internes} = p_{ou} * SD_{ouvrage} + p_{éq} * SD_{équipement} \quad (V.18)$$

$$SD_{ouvrage} = p_{qb} N_{qb} + p_{age} N_{age} + p_{me} N_{me}$$

$$SD_{équipement} = p_{po} N_{po} + p_{co} N_{co} + p_{pb} N_{pb} + p_{poé} N_{poé} \quad (V.19)$$

XI. CLASSIFICATION DE L'ETAT DE DYSFONCTIONNEMENT :

Une fois le score de dysfonctionnements de chaque bassin calculé, on peut évaluer l'état de fonctionnement selon la catégorie définie par le tableau 5.18.

Tableau (V.18) : État de dysfonctionnement.

Classe	Score de dysfonctionnement	Etat de fonctionnement.
1	0 à 2	État de fonctionnement sans risque actuel ou potentiel
2	2 à 4	Signes de dysfonctionnement léger stable
3	4 à 6	Signes de dysfonctionnement avec des développements dangereux
4	6 à 10	État de dysfonctionnement très critique

XI.1. EXEMPLE D'APPLICATION :

A titre d'exemple nous avons choisi quelques problèmes pour justement évaluer l'état de dysfonctionnement à partir du score calculé.

XI.1.1. Le score de dysfonctionnement des facteurs externes en état de neige :

Les notations que nous avons choisie s'applique spécifiquement à notre cas que nous avons étudié.

Tableau (V.19) : Notation des facteurs externes en état de neige.

Sous facteurs	Attributs	Notations	Poids
Pannes électriques (N_{pe})	Moyennement fréquente	5	0.19
Facteur humain (N_{fh})	Personnel qualifié	0	0.13
Aléas	Etat de neige	10	0.68

A partir de la formule (V.6) nous obtenons le score de dysfonctionnement externe.

$$SD_{facteurs\ externes} = p_{pe} N_{pe} + p_{fh} N_{fh} + p_{al} N_{al}$$

$$SD_{facteurs\ externes} = 0.19 * 5 + 0.13 * 0 + 0.68 * 10$$

$$SD_{facteurs\ externes} = 7.75$$

Le résultat obtenu est entre 6 et 10 donc on signale un état de dysfonctionnement très critique dans la STEP.

XI.1.2. Le score de dysfonctionnement des facteurs internes du bassin de traitement des boues :

Le calcul de score de dysfonctionnement des facteurs internes du bassin de traitement des boues dépend de la connaissance des notations et du poids de chaque facteur pour que cette notation que nous avons définie s'applique au notre cas étudié.

Tableau (V.20) : Système de notations des facteurs internes du bassin de traitement des boues.

Facteurs	Attributs	Notations	Poids
Quantité des boues extraite	Moyenne	8	0.63
Conduites	Bonne état	0	0.14
Maintenance et entretien	Fréquent	0	0.29
Age	[40,60[	6	0.08

pompe	Bonne état	0	0.21
Presse à boues	Bonne état	0	0.34
Poly-électrolyde anionique	disponible	0	0.31

$$SD_{facteurs\ internes} = 0.9$$

Le résultat est entre 0 et 2 donc on constate un état de fonctionnement sans risque actuel ou potentiel

XI.1.3. Le score de dysfonctionnement des facteurs internes du bassin de poste de chloration.

Nous constatons que les équipements de l'étape de la désinfection sont tous en bon état à la STEP du complexe textile de Sebdoou en présence du stock, c'est pourquoi nous avons proposé ce tableau qui nous a servi à calculer le score de degré de dysfonctionnement des facteurs internes de poste de chloration.

Tableau (V.21) : Notations des facteurs internes du bassin de poste de chloration.

Facteurs	Attributs	Notations	Poids
pompe	Bonne état	0	0.20
Conduites	Bonne état	0	0.12
Agitateurs de chlore	Bonne état	0	0.30
Hypochlorite de calcium	Disponible	0	0.38

$$SD_{facteurs\ internes} = 0.08$$

On trouve un résultat qui est entre 0 et 2, donc on constate un état de fonctionnement sans risque actuel ou potentiel.

XI.2. DYSFONCTIONNEMENTS RENCONTRES DANS LA STATION D'EPURATION DU COMPLEXE TEXTILE DENITEX :

Après avoir mené une enquête sur les dysfonctionnements de la station d'épuration du complexe textile DENITEX. On mentionne les points suivants :

- SEBDOU a un climat froid en hiver et de fortes chutes de neige, ce qui entrave la circulation des personnes et provoque des fermetures de routes pendant quelques jours et l'arrêt de l'usine entière.
- Le gel à peu d'influences sur le fonctionnement des stations d'épurations en général, il forme de la glace à l'intérieur des conduites qui entrave l'écoulement de l'eau. Il forme également une couche de glace à la surface d'eau dans les bassins. De plus, la majorité des micro-organismes se développent plus rapidement à des températures élevées de 38 °C ou moins. Cependant, leur développement devient très lent en dessous de 12°C, ou presque nulle en dessous de 5°C [29]. Pour surmonter ces problèmes, de l'eau chaude est injectée dans les conduites pour faire fondre la glace à l'intérieur. On attend quelques heures que le soleil se lève pour faire fondre la glace à la surface des bassins puis on commence à travailler normalement.
- La STEP du complexe DENITEX est bien dimensionnée et ne présente aucun problème ou dysfonctionnement dans les étapes du traitement des eaux usées, à l'exception d'un seul problème au niveau du traitement biologique où les eaux usées industrielles et les eaux usées sanitaires se mélangent entraînant une diminution progressive des bactéries. Pour surmonter ce problème, des bactéries sont amenées de la station d'AIN EL HOUT de TLEMCEN et déposées dans le bassin du traitement biologique.
- Le procédé de nettoyage utilisé dans la STEP du complexe DENITEX s'effectue en deux étapes :
 - **Nettoyage complet** : Il est effectué pendant le congé annuel (Août). Tous les bassins sont vidés et un nettoyage manuel par des techniciens qui effectuent les travaux de maintenance nécessaires (la peinture ; la restauration des bassins corrodés avec du ciment).
 - **Nettoyage partiel** : Le bassin est vidé périodiquement et nettoyé manuellement. Par exemple, le bassin flocculateur clarificateur est vidé et nettoyé environ tous les trimestres et en plus, les installations intérieures sont vérifiées [4].
- Le complexe textile DENITEX n'a pas cessé de fonctionner pendant l'épidémie de Corona virus. Mais il a mis en place des mesures de sécurité qui peuvent se résumer comme suit :
 - Arrêt des travailleurs qui n'habitent pas près de Sebdo.
 - Arrêt des ouvrières (les femmes) et les travailleurs qui ont des maladies

chroniques.

- Mesurage de température de chaque personne à l'entrée de l'usine.
 - Le port du masque est obligatoire.
 - Mettre des désinfectants (savon liquide et eau de javel) dans tous les couloirs et au niveau des laboratoires.
- La coupure d'électricité provoque l'arrêt des équipements de la station (les moteurs, les pompes, les agitateurs, les compresseurs, ...). Mais la station dispose d'un générateur d'électricité de secours.

CONCLUSION :

Grâce à la méthode AHP nous avons pu calculer un score qui reflète le degré de dysfonctionnement de chaque étape de l'épuration des eaux usées. On a aussi introduit dans cette étude l'influence des facteurs externes (aléas, facteur humain et les pannes électriques) sur le fonctionnement de la STEP.

De plus, grâce à une bonne gestion, la station d'épuration du complexe DENITEX à Sebdoou fonctionne bien et n'a aucun problème dans le fonctionnement des phases de traitement des eaux usées à l'exception dans le bassin de traitement biologique.

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'industrie textile est une source dramatique de pollution de l'eau. En fait, divers colorants causent de graves dommages à l'environnement et à la santé humaine. Ainsi, la présence d'une station d'épuration est obligatoire pour éliminer un maximum de pollution présent dans les eaux usées tout en respectant les normes de rejets imposées par la réglementation algérienne.

Les modalités de traitement utilisées diffèrent d'une station à l'autre et dépendent de la nature des polluants présents dans l'eau.

Dans ce travail, en termes de performances de la station d'épuration des eaux usées de l'usine textile SEBDOU, nous avons tout d'abord abordé l'étude d'une série d'analyses physico-chimiques (datée de 2012 à 2020) effectuée sur les paramètres de pollution de l'eau à l'entrée et à la sortie de cette STEP. Les résultats obtenus nous permettent de conclure que les valeurs de pH et la température de l'eau épurée respectent les normes de rejet. Même constat pour les paramètres tels que la DCO, la DBO5, leur analyse a montré une élimination assez satisfaisante pendant les neuf années. A l'exception de l'année 2013 (respectivement 2020), où l'analyse a montré des variations importantes de la conductivité (respectivement la DCO).

En deuxième lieu, nous avons mené une étude sur d'éventuels dysfonctionnements dans la station d'épuration. A ce stade, le processus d'analyse multicritère hiérarchique est appliqué. Cette méthode nous a permis de :

- Illustrer tous les problèmes que cette station peut rencontrer à n'importe quelle étape du traitement des eaux usées. Dans notre cas, plus d'une vingtaine de critères sont considérés et sont représentés dans des arborescences.
- A chaque critère est attribué un poids qui présente l'influence de ce dernier sur le dysfonctionnement de la STEP.
- Des notations sont affectées à des critères de bout de l'arborescence et qui varient selon leurs variations sur le dysfonctionnement de la STEP.
- En fin un score de dysfonctionnement des facteurs externes et des facteurs internes est calculé pour chaque étape et qui nous renseigne si le traitement a été bien

fait ou non à cette étape.

En ce qui concerne le volet du fonctionnement de la STEP du complexe DENITEX, le principal dysfonctionnement observé est d'ordre biologique.

Le but de ce modeste travail est d'aider les gestionnaires de station d'épuration à mieux gérer le processus de traitement des eaux usées à chacune de ces étapes.

Le modèle proposé est évolutif et peut être adapté à plusieurs types des traitements des eaux usées.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1] : **BEKHTAOUI Soufiane et BEDDAR Hena** (21/06/2020), Stratégies d'amélioration du fonctionnement de la station d'épuration d'EL Kerma-Oran, mémoire pour obtenir le diplôme de master en Hydraulique, option : Hydrauliques Urbaines et Ouvrages Hydrauliques, université de Tlemcen, Faculté de Technologie.

[3] : **A.MIZI (2006)**, Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles, Thèse de doctorat, Université de Baji Mokhtar Annaba.

[4] : **BELHADJI Hicham et MOUMENI Ouassini (2016)**, Etude des performances épuratoire d'une station d'épuration des eaux usées de l'industrie textile : cas de la STEP de Sebdou. Mémoire pour obtenir le diplôme de Master, Université Abou Bakr Belkaid, de Tlemcen.

[5] : **IKHLEF Rachida et GHERRAS Houria (11/06/2017)**, Amélioration de la qualité de l'eau rejetée de la SOITEX de Sebdou.

[6] : **BENAISSA Ammaria et BERRACHED Karima (Juin 2019)**, Quantification de la pollution des rejets de textile de Sebdou, Mémoire pour obtenir le diplôme de licence en hydraulique, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, Faculté des Technologie.

[7] : **SALAH Salah Eddine et GACEM Abderrahmane (06/2017)**, Etude sur l'amélioration de la qualité de l'eau rejetée de la SOITEX de Tlemcen, mémoire pour obtenir le diplôme de Master en Hydraulique, option : Technologie de traitement des eaux, université Abou Bar Belkaid de Tlemcen.

[10] : **BENALI Abdeljabar et THAMER Oussama (Juin 2019)**, Diagnostic de fonctionnement de la station d'épuration de Kouinine : solutions proposées, mémoire pour obtenir le diplôme du master en Hydraulique, option : Conception et diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement, université d'EL-Oued.

[11] : (11/04/2019), L'assainissement des eaux usées domestiques, article de service public d'information sur l'eau (eaufrance)

[16] : **BENELMOU Azali (24/11/2015)**, Performance épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia, mémoire pour obtenir le diplôme de Master en Hydraulique, option : Technologie de traitement des eaux, Université Abou Abkr Belkaid de Tlemcen, Faculté de Technologie.

[17] : Une offre complète et efficace pour vos lits bactériens, traitement des eaux usées, Spécialité de la gestion de l'eau, HAMON THERMAL EUROPE.

[20] : **BELHASSAINE Halima et BOUCHENAFI Boumediene (Juillet 2007)**, Etude de l'efficacité des traitements de la station de traitement des eaux polluées STEP DE AIN HOUTZ, mémoire pour obtenir du brevet de technicien supérieure en traitement des eaux, institut national spécialisé de formation professionnelle de Mansourah Tlemcen, Ministère de la formation et de l'enseignement professionnels.

[22] : **KAHIM Latifa et IDABDELLAH Hanane (24/06/2013)**, L'impact des dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la station d'épuration et de réutilisation des eaux usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées, mémoire pour obtenir la licence en sciences et techniques, Université Cadi Ayyad de Marrakech Faculté des Sciences et Techniques, département des Sciences de la Terre.

[25] : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, FNDAE N°33, Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration : origines et solutions, Document technique élaboré par le GIS-BIOSTEP.

[26] : **Silman SY et Papa Sidy TALL (2002 – 2003)**, Etude de réhabilitation de la station d'épuration de Saly Portudal, mémoire pour obtenir le diplôme d'ingénieur de conception, Ecole supérieure polytechnique du Sénégal, centre de THIES, Département de Génie Civil.

[27] : **GUENDOUCZ Zaidi et MEKKI Nabil (2018)**, Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi _ Aich (Béjaia). Mémoire pour obtenir le diplôme de Master Académique, Université Mohamed Boudiaf – M'sila.

[28] : KHELIFI Thawriyya et SAOUDI Karima (Juillet 2005), Caractérisation et quantification de la pollution des eaux résiduaires de l'industrie textile (cas de la SOITEX – Tlemcen -, Mémoire pour obtenir le diplôme DEUA en Hydraulique, Option : Traitement et épuration des eaux, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen6-, Faculté des Sciences de l'ingénieur.

[29] : LALLAM Faiza (13/06/2019), Conception d'un modèle de prise en charge dans la gestion des conflits environnementaux appliqué à la protection des villes contre les inondations, Mémoire pour obtenir le grade de docteur en sciences en Hydraulique, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, Faculté de Technologie.

[30] : HOCINE Amina et KAID SLIMANE Amaria Hanane (Juin 2017), Utilisation d'une approche multicritères pour l'étude de la dégradation des réseaux sanitaires et pluviaux, Mémoire pour obtenir le diplôme de master en Hydraulique, Option : Eau, Sol et Aménagement (ESA), Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, Faculté de Technologie.

[31] : Cours 5 e _ Outils méthode de comparaison de Saaty (15/03/2011), Evaluation des impacts environnementaux (EIE), Faculté des Sciences et de génie, Université Laval.

WEBOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

[8] : <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/cycle.azote.html> (consulté le 01/04/2021)

[9]: <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/quelles-eaux-a-traiter-pourquoi/les-eaux-naturelles/cycle-du-phosphore> (consulté le 02/04/2021).

[12] : hmf.enseiht.fr (consulté le 18/03/2021)

[13] : <https://www.senat.fr> (consulté le 18/03/2021)

[14] : memoireonline.com (consulté le 18/03/2021)

[15] : <https://ft.univ-tlemcen.dz/assets/uploads/pdf/departement/hyd/traitement%20et%20%C3%A9puration%20de%20eau%20L3%20Hyd.pdf> (consulté le 18/03/2021).

[18] : https://www.researchgate.net/figure/lit-bacterien-Dans-les-lits-bacteriens-ou-filtres-bacteriens-la-masse-active-des_fig5_343921369 (consulté le 02/04/2021).

[19] : <https://www.aquacorp.fr/traitement-biologique-aerobie-biomasse-fixee-biodisque> (consulté le 02/04/2021).

[21] : <https://www.u-picardie.fr> (consulté le 30/03/2021)

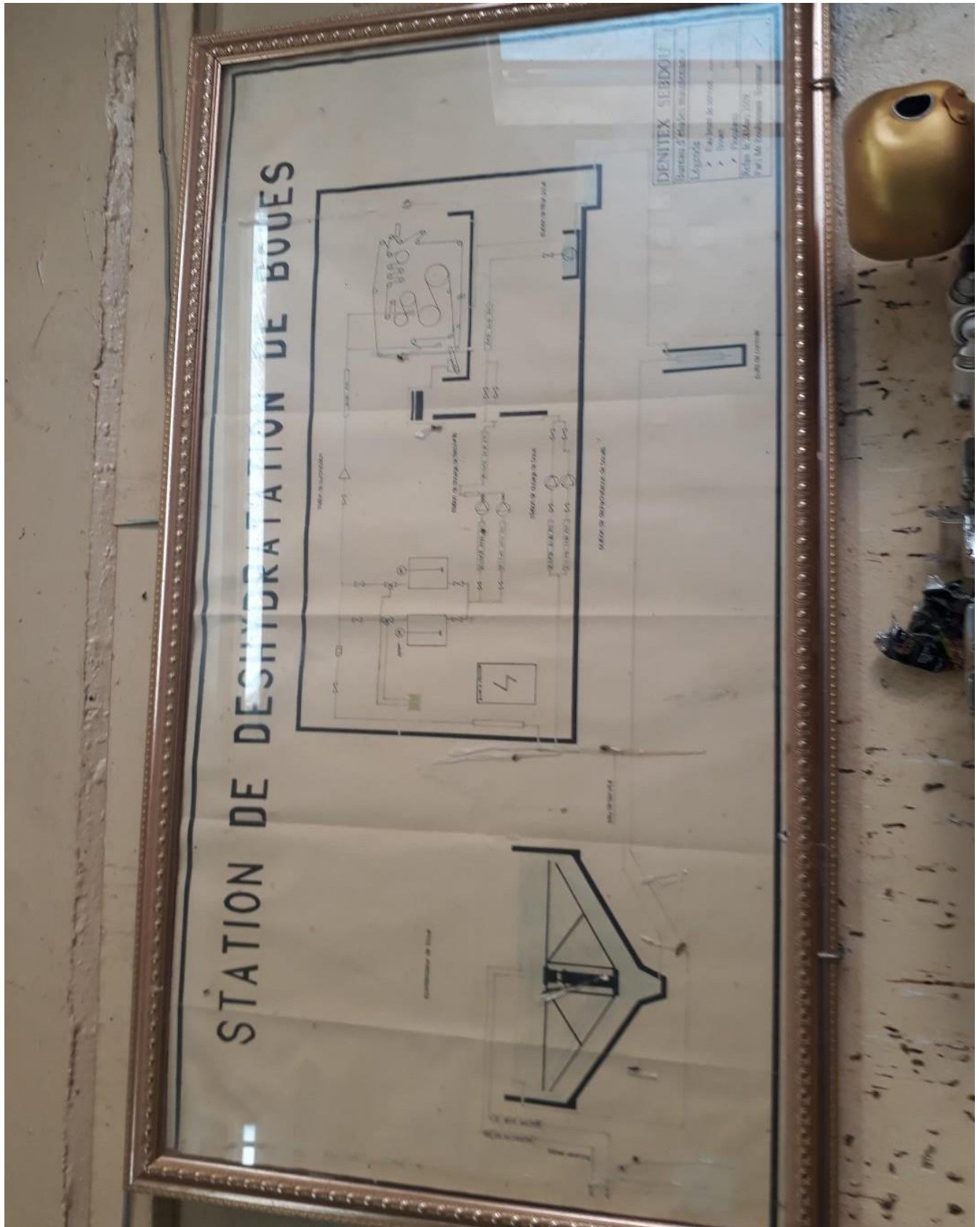
[23] : <https://www.u-picardie.fr> (consulté le 30/03/2021)

[24] : www.aria.developpement-durable.gouv.fr (consulté le 16/03/2021 à 11:56).

[32] : <https://www.1h2o3.com> (consulté le 27/08/2021).

ANNEXES

ANNEXE 1



ANNEXE 2

Cotées	Equipements	Dimensionnements	Etat	Nombre	Stock	Type
Cotée Génie civil	Dessableurs	Diamètre : 2 m Capacité : 6 m	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Bassin récepteur	Dimension : 3.5 m*3.5 m	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Bassin de mélange et égalisation N°1	Dimension : 28 m*14m Volume : 1200 m ³ Duré de séjour théorique : Débit normale : 14 h Débit de point : 7.3 m ³	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Bassin de neutralisation	Dimension : 7.5 m*4m Volume : 96 m ³ Temps de séjour Débit normal : 1h10min Débit de point 36min	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Bassin de mélange rapide	Dimension : 4 m*2.5m Volume : 33 m ³ Temps de séjour Débit normal : 23 min Débit de point : 12 min	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Floculateur-clarificateur	Diamètre : 18m Volume : 840m ³ Surface de clarificateur : 210m ² Vitesse montée : *Débit normal : 0.41m/h	vielle	1		Acier et Béton Armée

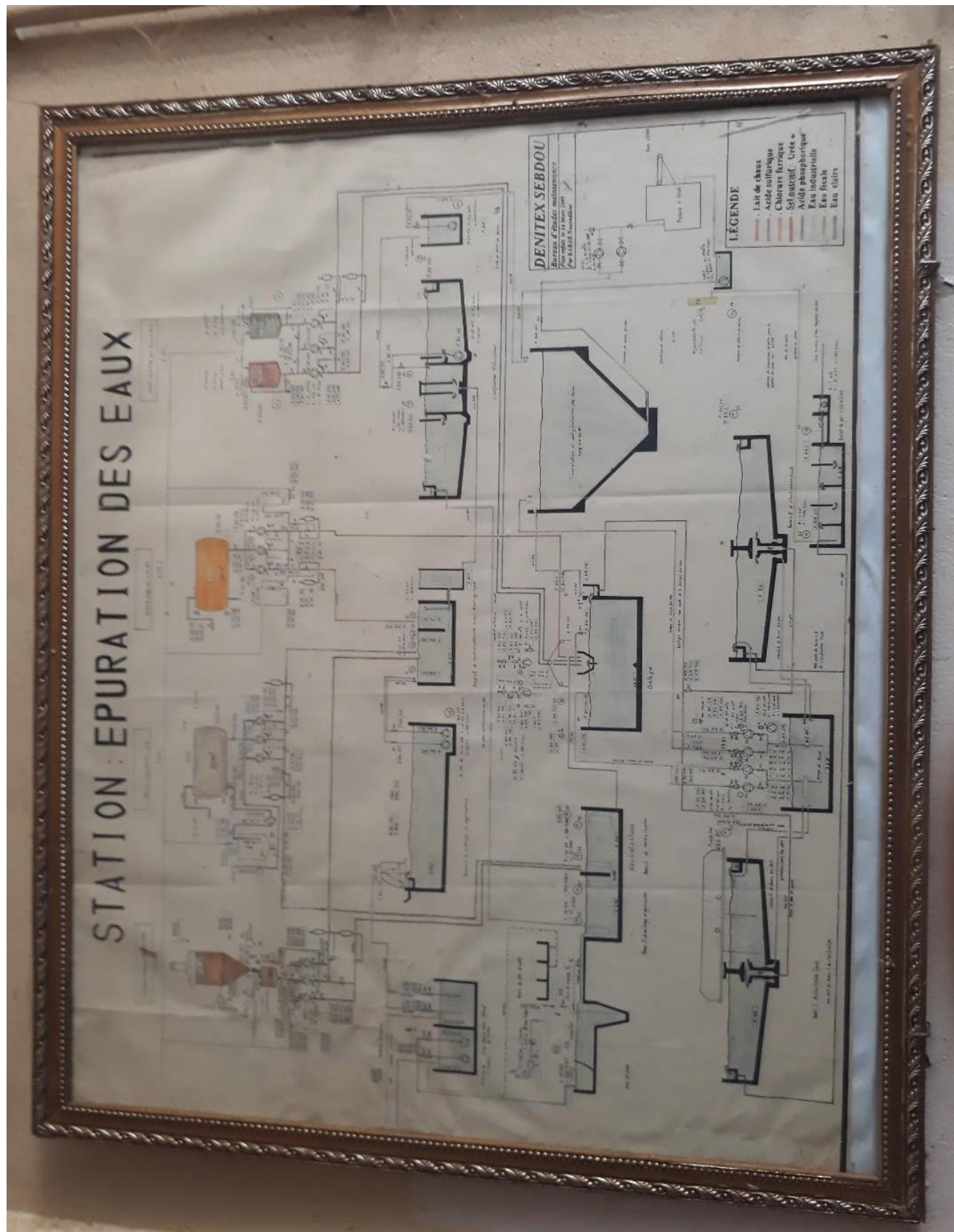
		*débit de pointe : 0.79m/h				
	Bassin de mélange et de neutralisation et d'égalisation N°2	Dimension : 10m*4m Volume : 150m ³ Temps de séjour Débit normale : 1h30min Débit de point : 47min	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Bassin de traitement biologique	Dimension : 40 m*8.4m Volume : 100m ³ Densité de volume 521/100=0.521 kg. DBO ₅ /m ³ /volume d'aération et par jour.	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Bassin de clarification finale	Diamètre : 18 m/unité. Volume : 540 m ³ Surface de clarification chacun 250m ²	vielle	2		Acier et Béton Armée
	Bassin de post chloration	Dimensions : 10 m*4m Volume : 121m ³ Temps de séjour Débit normal : 1h12 min Quantité maximale ajustable : 9 g/m ³	vielle	1		Acier et Béton Armée
	Épaisseur de boue	Diamètre : 12 m Surface : 113 m ² Capacité : 590 m ³	vielle	1		Acier et Béton Armée

Cotées mécanique	Pompes	Débit : 120m ³ /h Hauteur de refoulement : 10.2m Puissance absorbée : 4.58K Rendement : 73% Hauteur manométrique H (=0) : 20.1m Orif de refoulement : 100m Installation : Accouplement automatique immergé Roue : Monocanal Passage libre : 80mm	vielle	7	7	KCM100HA +005141N1
		Débit : 62.9m ³ /h Hauteur de refoulement : 10.5m Puissance absorbée : 3.19Kw Rendement : 57.4% Hauteur manométrique H (Q=0) : 16.5m Orif de refoulement : 100m Installation : Accouplement automatique immergé Roue : Monocanal Passage libre : 80mm	vielle	7	7	KCM100HD +003541N1
		Fabrication : CAPRARI Série : ARS-ARS/S Immersion min : 2m				ARS300+034 0 42C1

		Immersion max : 4m Niveau de liquide dans la cuve Niveau sonore (sans silencieux) : 70dB Niveau sonore (avec silencieux) Puissance P2 : 34Kw Intensité nominale : 66A Nombre de pôles : 4				
	moteurs	Fréquence : 50HZ Tension nominale : 400V Vitesse nominale : 1450 1/min Nombre de pôles : 4 Puissance P2 : 5.1KW Intensité nominale : 11.5A Classe d'isolation : F Degré de protection : IP68	vielle	7	7	3~
		Fréquence : 50HZ Tension nominale : 400V Vitesse nominale : 1450 1/min Nombre de pôles : 4 Puissance P2 : 3.5KW Intensité nominale : 8.1A Classe d'isolation : F Degré de protection : IP68	vielle	7	7	3~
	compresseurs	/	vielle	4	4	En Acier
	Aérateurs	/	vielle	4	4	immersibles
	Agitateurs	/	vielle	6	6	En Acier

	conduites	/	Vielle et neveux			En PVC et Acier
--	-----------	---	------------------------	--	--	--------------------

ANNEXE 3



ANNEXE 4

