

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

**Université Abdelhamid BenBadis
UMAB Mostaganem**

**Faculté des sciences de la Nature
et de la vie FSNV**



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعية والحياة

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par :

M^{lle} BENNIA Yamna

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Gestion conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement

THÈME

Traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Cap Falcon-Oran, diagnostic et perspectives

Devant le jury

Président	Pr	NEMMICHE Saïd	Université de Mostaganem
Encadreur	Pr	BENKHELIFA Mohammed	Université de Mostaganem
Examinatrice	Pr	LARID Mohamed	Université de Mostaganem

Année universitaire : 2019 – 2020

ملخص

يؤدّي إلى زيادة نسبة الملوثات العضوية التي لم يتم القضاء عليها. كجزء من الحفاظ على الصحة العامة والتنمية المستدامة، يعالج STEP-Cap Falcon نفاياته السائلة بالحماة المنشطة عند التحميل المنخفض. مياه الصرف الصحي النقية هي مصدر للمواد الغذائية مما يسمح بتوفير الأسمدة. الهدف من هذا العمل هو تقليل مستويات العناصر الملوثة الموجودة في مياه الصرف الصحي إلى قيم تتوافق مع المعايير التنظيمية الوطنية والدولية. يظل مشروع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي مشروعاً لاستخدام المياه. حقيقة أن هذه المياه تستخدم فقط لتصحيات فنية؛ سبب وجوب إجراء مراقبة يومية لجودتها الفيزيائية والكيميائية عند مدخل ومخرج محطة معالجة مياه الصرف الصحي (BOD₅ و COD و MES والنيتروجين والفوسفور الكلي). أظهرت نتائج التحليلات التي تم إجراؤها التشغيل الجيد للمحطة وعوائد تنقية جيدة للمواد المعلقة (SS)، ومعدل تقليل الطلب الكيميائي على الأكسجين (COD) والطلب البيولوجي على الأكسجين (BOD₅). إلى مستوى مقبول. كما أن إزالة النيتروجين والفوسفور بتقنية الحماة المنشطة فعالة.

Abstract

The discharge of untreated wastewater causes degradation of water quality and the environment; these contain many non-eliminated organic pollutants. As part of the preservation of public health and sustainable development, STEP-Cap Falcon treats its effluents by activated sludge at low load. The treated wastewater is a source of nutrients allowing a saving of fertilizer. The objective of this work is to reduce the levels of pollutants present in wastewater to values respecting national and international standards. A wastewater reuse project remains a water use project.

The fact that this water is used only provides technical corrections; the reason why a daily monitoring of their physicochemical quality at the entry and the exit of the STEP (BOD5, COD, MES nitrogen, total phosphor) must be realized. The results of the analyzes carried out showed a good functioning of the station, a good efficiency in purifying suspended matter (MES) and a rate of abatement at an acceptable level of the chemical oxygen demand (COD) and the biological oxygen demand (BOD5), and the removal of nitrogen and phosphorus by the activated sludge technique is effective..

Keywords: purified wastewater, MES, BOD5, COD, Nitrogen, total phosphor STEP, and Cap-Falcon.

Résumé

Le rejet des eaux usées non-traitées engendre une dégradation de la qualité des eaux et de l'environnement ; ces dernières contiennent de nombreux polluants organiques non éliminés. Dans le cadre de la préservation de la santé publique et du développement durable, la STEP-Cap Falcon traite ses effluents par les boues activées à faible charge. Les eaux usées épurées sont une source d'éléments fertilisants permettant une économie d'engrais.

L'objectif de ce travail est de ramener les teneurs des éléments polluants présents dans l'eau usée à des valeurs respectant les normes nationales et internationales réglementaires. Un projet de réutilisation des eaux usées reste un projet d'utilisation d'eau. Le fait que cette eau soit usée, n'apporte en effet que des correctifs techniques ; la raison pour laquelle un suivi quotidien de leur qualité physicochimique à l'entrée et à la sortie de la STEP (DBO5, DCO, MES, azote et phosphore total) doit être réalisé. Les résultats des analyses effectuées ont montré un bon fonctionnement de la station et de bons rendements épuratoires en matières de suspension (MES), un taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biologique en oxygène (DBO5) à un niveau acceptable, et l'élimination de l'azote et du phosphore par la technique des boues activées est efficace.

Mots clefs : Eaux usées épurées, MES, DBO5, DCO, STEP, Cap Falcon.

Dédicaces

Au nom d'Allah , le tout miséricordieux, le très miséricordieux, grâce au tout puissant , le dédie ce modeste travail a tous personne qui m'ont aidé de près au de loin à la réalisation de ce mémoire plus particulièrement

A vous , le meilleur papa au monde , et la plus belle femme maman , aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour ,l'estime , le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous .rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être . Ce travail est bien le fruit de vos sacrifices que vous

Avez consentis pour mon éducation et ma formation puisse dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur

*A ma belle-sœur **Ranouche***

*A mes frère **Amine** et **Ayoub***

*A mes cousines **Mali,Imen ,Ikram ,Hadjer** et **Ghizlan***

*A mes meilleurs amies **Khedidja, Yasmin,Hadjira** et **Sihem** ainsi tous mes amis qui ont toujours été présent pour moi ,à mes collègues de promo d'agronomie option gestion conservatoire des eaux sol et environnement (2019/2020) et tous les gens qui m'aiment , qui m'ont soutenu , qui ont cru en moi*

*A tout la famille **BENNIA** et la famille **BELHADJ**
EN fin je dédie ce travail spécialement à ma mère*



Remerciements

Avant toute chose louange à Allah le tout puissant , de m'avoir accordé la force , la patience , la santé , le courage et les moyens pour achever ce travail , dieu merci de m'avoir donné la foi en lui , d'avoir éclairé ma route et m'avoir toujours guidé dans le droit chemin .

Je tiens à présenter ma profonde gratitude et mes sincère remerciements à mon encadreur Dr.Benkhelifa Mohammed d'avoir accepté de m'encadrer sur ce thème, de m'avoir conseillé, guidé, encouragé, soutenu, orienté et pour l'intérêt permanent qu'il soit un témoignage de mon profond respect Ainsi je remercie le directeur de la station d'épuration des eaux usées cap Falcon Mr. Nabil et Mr.Aissa pour leurs accueil, disponibilité et leurs contribution par les données et les documents nécessaires.

En fin un grand merci à tout personne faisant partie de notre département d'agronomie

Liste des figures

Figure n° I.1 : structure de la molécule d'eau	14
Figure n°I.2: les prélèvements et les consommations d'eau dans le monde.....	18
Figure n°I.3 : Nature de la pollution des eaux. (Djeddi,2007).....	25
Figure n° II.1: Schéma des étapes de traitement des eaux usées	30
Figure n° II.2: Photo d'un dérailleur automatique vertical	30
Figure n°II.3: Photo d'un dessableur rectangulaire	31
Figure n°II.4: Photo d'un bassin de dessablage – dégraissage.....	31
Figure n°II.5: Schéma de la configuration du procédé du lit bactérien.....	34
Figure n° II.6 : Photo d'un support et sprinklers pour lits bactériens	35
Figure n°II.7 : Schéma du principe de fonctionnement des bio disques.....	35
Figure n°II.8: Disque biologique ouvert.....	35
Figure n°II.9 : Schéma de fonctionnement d'épuration par lagunage	36
Figure n°II.10: Photo de bassins de lagunage aéré	37
Figure n° III.1 : Localisation de la zone d'étude.....	39
Figure n°III.2 : schéma de la station cap Falcon	40
Figure n°III.3 : dégrillage grossier.....	42
Figure n°III.4 : déchets gros	42
Figure n°III.5 : dégrillage fin de la step cap Falcon.....	43
Figure n°III.6 : Dessaleur dégraisseur de la step cap Falcon.....	43
Figure n°III.7 : bassin biologique.....	44
Figure n°III.8 : zone aérobie et anaérobie.....	44
Figure n°III.9 : le dégazage de la step cap Falcon.....	45
Figure n°III.10 : clarificateur de la step cap Falcon.....	45
Figure n°III.11 : les filtres à bandes mixtes de la step cap Falco.....	46
Figure n°III.12 : lits de séchages de la step cap Falcon.....	46
Figure n°III.13 : bassin de Désinfection de la step cap Falcon.....	47
Figure n°IV.2 - Test MES pour l'eau brute et épurée.....	50
Figure n°IV.3 - Rompe de filtration.....	50
Figure n°IV.4 : test de mvs.....	51
Figure n°IV.5 : test de mvs résultats (après 10mn).....	51
Figure n°IV.6 : test mvs résultats (après délititions).....	51
Figure : n°IV.7 : détermination de la DBO5.....	52
Figure n°IV.8 : DBO-mètre.....	52
Figure : n°IV.9: NaOH et ATU.....	52
Figure n°IV.10 : test de la DCO.....	52
Figure n°IV.10: un thermoréacteur.....	52
Figure n°IV.11 : test en cuve de phosphore.....	53
Figure n°IV.12: résultat de test en cuve de phosphore.....	53
Figure n°IV.13 : Teste d'azote total eau brute.....	54
Figure n°IV.14: Teste d'azote totale eau épurée.....	54
Figure n°IV.15 : Teste en cuve de l'ammonium.....	54
Figure n°IV.16 : résultat Teste en cuve de l'ammonium.....	54
Figure n°IV.17 : test en cuve de nitrite.....	55
Figure n°IV.18: test en cuve zinc.....	55
Figure n°IV.19 : test en cuve de chrome.....	56
Figure n°IV.20 : test en cuve de fer	57

Liste des tableaux

Tableau n° I.1 : prélèvements d'eau dans le monde en m ³ /habitant /an	18
Tableau n° I.2 : Les polluants et leur effets sur la sante.....	21
Tableau n° I.3 : Composant majeurs typique d'eaux usées domestique.....	26
Tableau n° I.4 : Normes de rejets internationales	27
Tableau n° I.5 : Valeurs limites des paramétrés de rejet dans un milieu récepteur.....	27
Tableau n° I.6 : Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepte.....	27

Sommaire

ملخص	2
Abstract	3
Résumé	4
Dédicaces	5
Remerciements	6
Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
Sommaire.....	9
Première Partie – Synthèse Bibliographique.....	13
Chapitre I - Généralité sur les eaux usée	14
I.1 Introduction.....	14
I.2 Définition d'eau	14
I.3 Composition et structure de l'eau.....	14
I.4 Utilisation de l'eau.....	15
I.4.1 L'agriculture	15
I.4.2 L'industrie	16
I.4.3 L'énergie	16
I.4.4 Dans le monde.....	18
I.5 Définition de la pollution.....	18
I.6 Les différents polluants	19
I.6.1 Les polluants chimiques	19
I.6.2 La pollution thermique.....	19
I.6.3 Les pollutions accidentelles.....	20
I.6.4 La pollution domestique due à la négligence.....	20
I.6.5 La pollution due aux virus et bactéries.....	20
I.7 Conséquences de la pollution de l'eau.....	20
I.7.1 Conséquences sur les êtres humains	21
I.7.2 Conséquences sur les animaux et les végétaux	21
I.8 Définition de la pollution de l'eau	22
I.9 Différents types de pollution de l'eau	22
I.9.1 La pollution organique.....	22
I.9.2 La pollution chimique	22

I.10 Problématique de la gestion des eaux usée	23
I.11 Origine des eaux usées	23
I.11.1 Les eaux usées domestiques	23
I.11.2 Les eaux usées industrielles	23
I.11.3. Les eaux agricoles.....	24
I.11.4 Les eaux pluviales	24
I.12 Compositions des eaux usées.....	25
I.13 Normes de rejet.....	26
I.13.1 Normes internationales.....	26
I.13.2 Normes Algériennes de rejet des effluents.....	27
Conclusion	28
Chapitre II : principes de fonctionnement d'une station d'épuration	29
II.1 Introduction.....	29
II.2 Etapes de traitement des eaux usées.....	29
II.2.1 Le prétraitement et le traitement primaire	29
II.2.2 Le traitement secondaire	29
II.2.3 Le traitement des boues.....	29
II.3 Les prétraitements	30
II.3.1 Le dégrillage	30
II.3.2 Le dessablage	31
II.3.3 Le dégraissage - déshuilage.....	31
II.4 Le traitement primaire	32
II.4.1 La décantation (processus physique)	32
II.4.2 La flottation (processus physique)	32
II.5 Le traitement secondaire	32
II.6 Les traitements tertiaires	32
II.7 Le traitement des boues.....	33
II.8 Le traitement biologique	33
II.8.1 Traitements anaérobies	33
II.8.2 Traitements aérobies	33
II.9 Systèmes intensifs	33
II.9.1 Systèmes à cultures fixes.....	34
II.9.1.1 Les lits bactériens	34
II.9.1.2 Les bio disques	35

II .9.2 Systèmes à cultures libres	35
II.9.2.1 Boues Activées.....	35
II.10 Système extensif	36
II.10.1 Le lagunage.....	36
II.10.1.1 Lagunage naturel.....	36
II.10.1.2 Lagunage aéré	36
Conclusion	37
Deuxième partie – Etude Expérimentale	38
Chapitre III - Présentation générale de la station	39
III.1 Introduction.....	39
III.2 Site d'étude	39
III.3 Historique	39
III.4 Etapes du procédé de traitement de la STEP Cap Falcon.....	40
III.5 Données de base et chiffres de STEP Cap Falcon	41
Chapitre IV- Matériels et méthodes.....	47
IV.1 Introduction.....	47
IV.2 Encadrement de l'étude.....	48
IV.3 Prélèvement et transport des échantillons.....	48
IV.4 Analyse physico-chimique des eaux usées	48
IV.4.1 Détermination de la température.....	49
IV.4.2 Détermination du pH	49
IV.4.3 Détermination de la Conductivité électrique (CE)	49
IV.4.4 Détermination de l'oxygène dissous	49
IV.4.5 Détermination de la matière en suspension (MES)	49
IV.4.6 Détermination de la matière volatile sèche mvs :	50
IV.4.7 Détermination de la DBO ₅	51
IV.4.8 Détermination de la DCO	52
IV.4.9 Détermination du phosphate.....	53
IV.4.10 Détermination de l'azote total.....	53
IV.4.11 Détermination de l'Ammonium	54
IV.4.12 Détermination de Nitrite LCK (341)	54
IV.5 Détermination des métaux lourds des effluents de la station de Cap Falcon	55
IV.5.1 Zinc	55
IV.5.2 Chrome.....	55

IV.5.3 Fer	56
IV.5.4 Plomb	56
Conclusion	57
Références bibliographiques	58

Première Partie

– Synthèse

Bibliographique

Chapitre I - Généralité sur les eaux usées

I.1 Introduction

Les eaux résiduaires urbaines (ou eaux usées), sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriel [6]. Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible et la moins affectant.

Ce chapitre a pour objectif de donner une idée sur les origines, la pollution des eaux usées et leurs caractéristiques.

I.2 Définition d'eau

L'eau est le principal constituant des êtres vivants et l'élément indispensable à toutes formes de vie. Sans eau, aucun organisme, qu'il soit végétal ou animal, simple ou complexe, petit ou gros, ne peut vivre.

L'eau est une substance incolore, inodore, insipide qui couvre trois quarts de la surface terrestre et qui joue un rôle primordial pour tout ce qui a trait à la vie (Nicolas, 1994)

I.3 Composition et structure de l'eau

Composé, de formule chimique H_2O , l'eau est formée de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène. La figure indique qu'une molécule d'eau est triangulaire et polarisée, caractérisée par :

La molécule H-O-H est coudée

Angle de valence 105°

Distance internucléaire H-O = $0.958 \text{ \AA}$

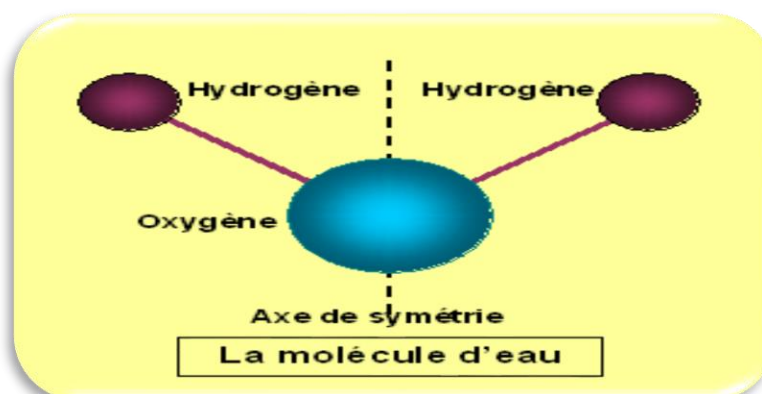


Figure n° I.1 : structure de la molécule d'eau.

I.4 Utilisation de l'eau

L'utilisation de l'eau augmente dans le monde entier. Les six milliards d'habitants de la planète s'approprient déjà 54% de l'eau douce accessible contenue dans les rivières, les lacs et les aquifères. Selon les prévisions de croissance démographique, on estime qu'en 2025, ils se partageront 70% de ces ressources accessibles. Si la consommation par personne continue d'augmenter à la vitesse actuelle, les hommes pourraient même utiliser plus de 90% de toutes les ressources en eau douce disponibles d'ici 25 ans.

Actuellement, 70% de l'eau prélevée pour l'utilisation de l'homme est utilisée par l'agriculture, principalement pour l'irrigation; la part de l'industrie s'élève à 23%, et celle de l'utilisation domestique à 8% (tâches ménagères, eau potable, assainissement). En Afrique, l'agriculture utilise 88% de l'eau totale prélevée, tandis que l'utilisation domestique s'élève à 7% et l'industrie à 5%. En Europe, la plupart de l'eau est utilisée pour l'industrie (54%), tandis que la part de l'agriculture d'élève à 33% et l'utilisation domestique à 13%

I.4.1 L' agriculture



Près de 70% de toutes les ressources en eau douce disponibles sont utilisées pour l'agriculture. Les eaux souterraines sont surexploitées : les prélèvements pratiqués par l'agriculture excèdent la recharge naturelle des nappes souterraines de 160 milliards de mètres cube (Mm³) par an. La culture demande des quantités d'eau énormes: 1 à 3 m³ d'eau sont nécessaires pour obtenir 1 kg de riz, et 1 000 tonnes d'eau pour produire une tonne de blé.

L'utilisation des terres par l'agriculture a augmenté de 12% depuis les années 1960, pour atteindre environ 1,5 milliards d'hectares. Les prélèvements d'eau pour l'irrigation sont estimés à environ 2000 - 2555 km³ par an. 37% des terres sont utilisées par l'élevage et la culture.

Les mauvaises pratiques de drainage et d'irrigation ont entraîné l'engorgement et la salinisation d'environ 10% des terres irriguées dans le monde (soit 30 million d'hectares), selon l'Agence des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

L'agriculture est responsable d'une grande part de l'épuisement et de 70% de la pollution des ressources souterraines. Ces deux phénomènes s'accroissent. La plupart des terres utilisées pour la culture de céréales dans le monde puisent dans les eaux souterraines à une

allure qui ne peut être durable. Pris ensemble, l'épuisement des eaux souterraines en Inde, Chine, Etats Unis, Afrique du Nord et Péninsule arabe s'élève à 160 Mm³ par an – un montant égal au double du flux annuel du Nil.

I.4.2 L' industrie



Prélèvements en eau pour l'industrie: Dans le monde: 22% de l'utilisation totale des ressources en eau.

Pays à revenus élevés: 59%

Pays à revenus faibles: 8%

Le volume d'eau utilisé par l'industrie s'élevait à 752 km³/an en 1995, et atteindra 1170 km³/an en 2025 selon certaines prévisions, ramenant la part des prélèvements en eau pour l'industrie à 24%. 300 à 500 millions de tonnes de métaux lourds, de solvants, de boues toxiques, et d'autres déchets s'accumulent chaque année à cause de l'industrie.

Les industries basées sur les matériaux organiques bruts contribuent le plus à la charge polluante parmi elles, le secteur de l'alimentation est le plus grand pollueur.

Part du secteur de l'alimentation dans la production de polluants organiques dans l'eau:

Pays à revenus élevés: 40%

Pays à revenus faibles: 54%

Plus de 80% des déchets dangereux sont produits par les Etats-Unis et d'autres pays industriels.

Dans les pays en développement, 70% des déchets industriels sont rejetés sans traitement dans les cours d'eau et polluent l'eau utile à l'approvisionnement

I.4.3 L' énergie

La demande en énergie dans le monde, en particulier en électricité, augmentera beaucoup tout au long au XXI^e siècle, non seulement en raison des pressions démographiques, mais également de l'amélioration des niveaux de vie, et de la croissance urbaine et industrielle.

L'énergie hydraulique est la source d'énergie renouvelable la plus importante et la plus utilisée dans le monde; elle est à l'origine de 19% de la production totale en électricité. Le Canada est

le plus grand producteur d'énergie hydraulique, suivi des Etats-Unis et du Brésil.



Actuellement, il existe 45 000 grands barrages dans le monde. Construits pour fournir de l'énergie hydraulique et pour réguler le flux des fleuves, afin d'éviter les inondations et les sécheresses, ils ont eu un impact disproportionné sur l'environnement. Ensemble, ils ont inondé plus de 400 000 km² de terres – une surface égale à la Californie. Un cinquième des poissons d'eau douce sont désormais en danger ou ont disparu. Entre 40 et 80 millions de gens ont été déplacés par les barrages, et forcés à s'installer sur d'autres terres, souvent moins productives.

Une étude de la Commission mondiale sur les barrages, publiée en 2000, conclut que les grands barrages ont à la fois de effets bénéfiques et négatifs.

D'un côté: Dans 140 pays, les barrages fournissent de l'énergie hydroélectrique à bas prix. A l'échelle mondiale, les barrages fournissent 19% de l'ensemble de la production et de l'approvisionnement en électricité; grâce au développement de l'irrigation, ils assurent près de 16% de la production alimentaire mondiale.

Certains barrages continuent de fonctionner après 30-40 ans, fournissant de l'eau et de l'énergie.

L'énergie hydraulique joue un rôle majeur dans la réduction des gaz à effet de serre: si l'on développait la moitié du potentiel économique mondial de l'énergie hydraulique, on pourrait réduire l'émission des gaz à effet de serre de 13%.

De l'autre: Les grands barrages ont entraîné la disparition de forêts, de l'habitat sauvage et de la biodiversité aquatique – à la fois en amont et en aval.

Les grands barrages ont, dans la plupart des cas, systématiquement échoué à évaluer et à rendre compte des impacts négatifs sur les populations déplacées. Jusqu'à 80 millions de gens ont été victimes de ces déplacements, et bien plus encore sont victimes d'effets inattendus en aval (comme la disparition de la pêche). Les efforts pour atténuer ces impacts ont, pour la plupart, été inefficaces.

Selon la Commission, les grands barrages ne sont plus une solution privilégiée pour l'avenir:

Les mini-centrales d'énergie hydrauliques se sont avérées moins chères à construire et d'un coût de fonctionnement plus économique que prévu. De plus, elles ont des impacts minimes sur l'environnement.

La réduction du stress hydrique et des exigences en matière d'énergie hydraulique passe par une meilleure gestion des demandes en eau.

L'amélioration du rendement agricole passe par une meilleure gestion des systèmes d'irrigation, permettant de réduire les déchets et d'améliorer la productivité.

I.4.4 Dans le monde

Dans le monde, les prélèvements d'eau annuels sont estimés à 4 000-5 000 km³ et les consommations annuelles à 2 500-3 000 km³.

Tableau n° I.1 : Prélèvements d'eau dans le monde en m³/habitant /an

Pays	USA	Canada	Espagne	Italie	Australie	Japon	France
Prélèvement	1840	1623	1 040	976	839	735	547
Pays	Allemagne	Maroc	Vietnam	Royaume-Uni	Sénégal	Cambodge	Tchad
Prélèvement	532	387	371	292	151	48	26

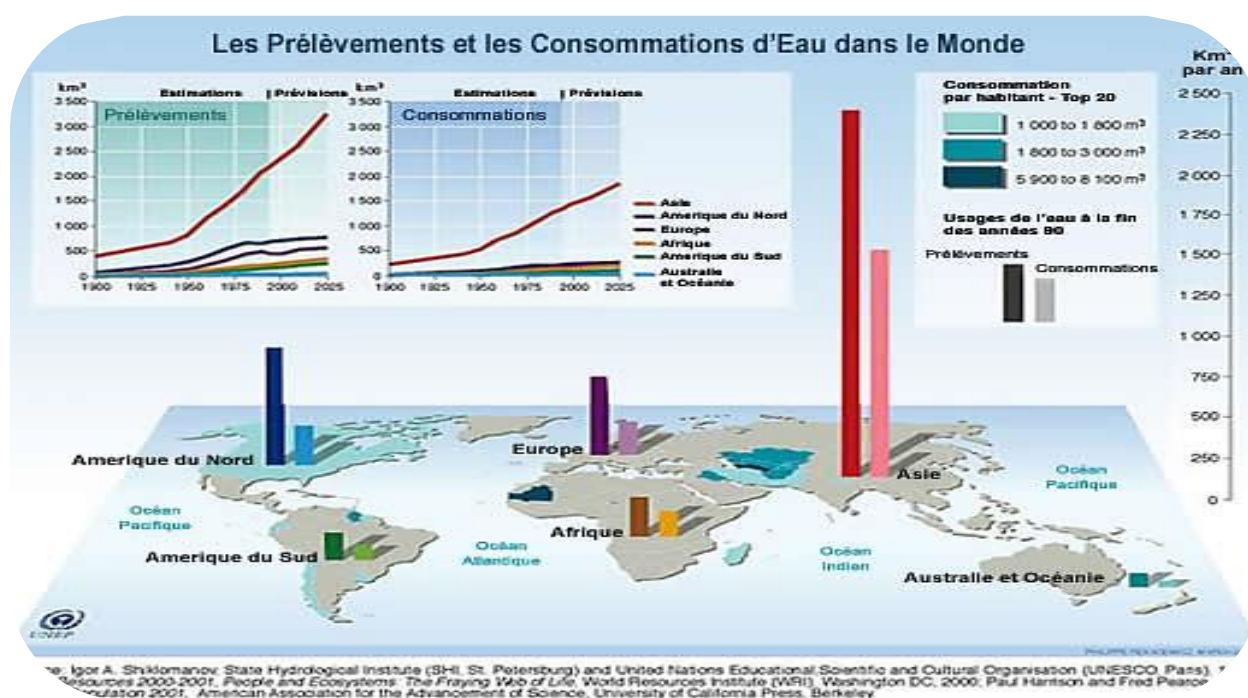


Figure n° I.2: les prélèvements et les consommations d'eau dans le monde

I.5 Définition de la pollution

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement.



I.6 Les différents polluants

I.6.1 Les polluants chimiques

Les produits chimiques qui polluent l'eau sont issus des engrais et des produits phytosanitaires qu'on utilise, comme les insecticides ou pesticides employés couramment pour éliminer les insectes et protéger les végétaux. Ces produits peuvent être charriés par les eaux de ruissellement et polluer les nappes phréatiques. Les engrais chimiques sont transportés dans les lacs ou les rivières par les eaux de pluie et entraînent ainsi la dégradation de l'eau.

Le domaine de l'industrie est lui aussi très nocif pour l'eau, soit à cause du réchauffement de sa température dans certaines industries comme l'industrie nucléaire, soit à cause des déchets industriels charriés par les eaux de ruissellement ou déversés directement dans les rivières ou dans la mer. L'eau peut également être polluée par les métaux, les plus dangereux étant ceux employés dans les industries nucléaires car ils peuvent être radioactifs.

I.6.2 La pollution thermique

Le rejet de chaleur dans l'environnement, notamment les milieux aquatiques, constitue une forme de pollution physique qui, en modifiant le facteur écologique primordial qu'est la température, peut provoquer de sérieux bouleversements dans les populations animales et végétales.

Cette pollution thermique a pour origine principale la production d'énergie électrique, qu'elle soit d'origine thermique classique ou nucléaire. Elle peut, dans une moindre mesure, être liée à certaines industries comme les aciéries. Il est nécessaire de refroidir les condenseurs utilisés pour augmenter le rendement des centrales thermiques. Ce refroidissement se fait avec de l'eau prélevée soit dans les fleuves, soit dans la mer. Par la suite, l'eau ainsi réchauffée est rejetée dans le milieu naturel et contribue à augmenter la température moyenne des cours d'eau, surtout à proximité des centrales. En 1990, le prélèvement global sur le territoire français pour la production d'énergie s'élevait à 22 milliards de m³ dont 98 % étaient finalement restitués au milieu naturel. Selon les prévisions de croissance de la production d'électricité en France, la température moyenne des cours d'eau concernés pourrait s'élever de quelque 10 °C à l'aval des centrales. Pour pallier ce scénario catastrophe, des tours de condensation faisant office d'aéroréfrigérants ont été mises en place et les nouvelles centrales sont préférentiellement installées sur le littoral où la pollution thermique semble poser moins de problèmes.

Cependant, l'utilisation de ces tours de condensation dissipe une partie de l'eau sous forme de vapeur d'eau dans l'air, ce qui correspond à une perte d'eau notable pour le cours d'eau, jusqu'à 6 m³ par seconde.

I.6.3 Les pollutions accidentelles

Notons que les causes principales de la pollution marine sont les marées noires provoquées par les naufrages des pétroliers ainsi que les déchets rejetés par les usines au fond de l'océan.

Les grandes marées noires sont des événements spectaculaires et tragiques, qui jalonnent l'histoire du transport maritime d'hydrocarbures. Plusieurs grandes catastrophes se sont produites : la plus importante fut celle de la tête du puits sous-marin d'Ixtoc One, dans le golfe du Mexique où 600 000 tonnes de pétrole brut se sont déversées dans l'océan entre juin 1979 et février 1980. Elles ont toutes fortement perturbées la faune et la flore marine.

Les conséquences écologiques de cette marée noire ont été catastrophiques, une évaluation globale de la mortalité subie par les espèces marines a été tentée : sur une surface totale de 220 000 hectares comprenant 50% de substrat rocheux, la biomasse détruite par la pollution représenterait 260 000 tonnes de poids frais.

I.6.4 La pollution domestique due à la négligence

L'eau peut être contaminée par les matières organiques. Ainsi, les chlorures et les nitrates contenus dans les déchets humains et animaux peuvent contaminer les eaux souterraines peu profondes.

Très solubles dans l'eau, les nitrates constituent aujourd'hui la cause majeure de pollution des grands réservoirs d'eau souterraine du globe qui par ailleurs présentent en général une qualité chimique et bactériologique satisfaisante pour l'alimentation. Cette pollution a débuté à la fin des années 1950 et n'a fait qu'augmenter depuis lors. Alors qu'en l'absence de contamination, la teneur en nitrates des eaux souterraines varie de 0,1 à 1 milligramme par litre d'eau, elle dépasse souvent aujourd'hui 50 milligrammes par litre, norme retenue pour les eaux potables par l'Organisation mondiale de la santé. Désormais, de telles eaux nécessitent donc un traitement spécifique pour pouvoir être consommées.

I.6.5 La pollution due aux virus et bactéries

Les rejets provenant de l'intestin des animaux et de l'homme sont évacués dans le sol ou déversés dans les cours d'eau. Ils y subissent une épuration naturelle. Mais s'ils parviennent trop rapidement à une ressource en eau, ils peuvent provoquer une pollution microbiologique. La désinfection systématique des eaux dans les pays industrialisés a pratiquement éliminé les incidences de la pollution microbiologique sur la santé. De nouvelles recherches sont en cours pour diminuer encore ces risques. C'est aussi le rôle des traitements appliqués à l'eau. Un état de vigilance de tous les instants.

I.7 Conséquences de la pollution de l'eau

Les cibles menacées ou atteintes par ces pollutions sont les êtres humains, la faune et la flore.

I.7.1 Conséquences sur les êtres humains

Il ne faut pas isoler la problématique des médicaments de celle des autres polluants, et l'exposition combinée à plusieurs perturbateurs endocriniens (bisphénol A), phthalates, PCB, pesticides) agissant en synergie, pourrait avoir un effet significatif sur la santé humaine. Enfin, l'impact des antibiotiques sur la prolifération de bactéries résistantes est également suspecté.

Tableau n° I .2 : les polluants et leurs effets sur la santé

	Effets sur la santé
Matières en Suspension	Transportent des polluants à augmentent donc le risque de contamination de l'homme
Pollution organique	Favorise le développement d'organismes pathogènes
Azote (nitrates, phosphore)	Maladie bleue chez les enfants -Risques de cancers
Métaux	Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés -Arsenic, Nickel et Chrome également considérés comme cancérigènes
Pesticides	Effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction), mutagènes et cancérigènes

Transportent des polluants ; ce qui augmente les risques d'absorption de substances toxiques par l'organisme

Favorise le développement d'organismes pathogènes pour l'Homme

Nitrates : empoisonnement du sang chez les nourrissons par blocage de l'hémoglobine interdisant le transport de l'oxygène (maladie bleue) - Nitrites : cancers à long terme chez les adultes (même à faible concentration) si associés à certains pesticides

Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés - Arsenic, Nickel et Chrome sont également considérés comme cancérigènes

Les plus toxiques : les insecticides - Effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction), mutagènes et cancérigènes

I .7.2 Conséquences sur les animaux et les végétaux

Toutes ces pollutions d'origine industrielle peuvent avoir de très graves conséquences sur les animaux et les végétaux. En effet elles peuvent entraîner jusqu'à l'extinction de certaines espèces. Par exemple, les rejets d'eau polluée des usines dans les rivières tuent des milliers de créatures aquatiques comme les poissons. Un autre exemple, l'utilisation des engrais et des pesticides en masse affectent bien sûr les végétaux mais aussi de nombreux insectes qui peuplent souvent les champs. Les autres effets peuvent être résumés comme :

Eaux plus troubles : perturbe la photosynthèse, la respiration des poissons et colmate les milieux aquatiques

Asphyxie du milieu par consommation de l'oxygène dissous, mort des poissons - Stimulation de la production végétale (eutrophisation) et accumulation de boues - Faiblement biodégradable

Eutrophisation des milieux aquatiques par excès de matières nutritives pour les végétaux (algues) et conduisant à l'asphyxie des milieux - Toxicité de l'ammoniaque et des nitrites pour la faune aquatique

Les Métaux sont non biodégradables, bioaccumulables

Substances très dangereuses pour les milieux aquatiques - Polluants organiques persistants - S'adsorbent sur les matières en suspension et s'accumulent dans certains compartiments (sédiments, matières organiques, chaîne alimentaire)

I.8 Définition de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. La pollution de l'eau a pour origines principales, l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industriels. La pollution de l'eau se manifeste principalement, dans les eaux de surface.

I.9 Différents types de pollution de l'eau

Sans surprise, c'est l'homme qui est le principal responsable de la pollution de l'eau, même si des phénomènes naturels rares (éboulements, inondations, etc.) peuvent aussi engendrer un arrêté préfectoral qui interdit la consommation d'eau du robinet.

Il existe deux types de pollution :

I.9.1 La pollution organique

Elle est due à des micro-organismes (bactéries et virus) présents dans l'eau. Elle est générée par les excréments, les ordures ménagères animales (viande périmée, vieux os, etc.) et les déchets végétaux (herbe de tonte, élagage, etc.).

I.9.2 La pollution chimique

elle est générée par : les nitrates et phosphates des pesticides, les médicaments humains et animaliers, les produits ménagers, la peinture, les métaux lourds et les acides et hydrocarbures utilisés dans l'industrie.

I.10 Problématique de la gestion des eaux usée

Selon REJSEK (2002), les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. (GROSCLAUDE, 1999). Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui

ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

I.11 Origine des eaux usées

D'après RODIER et al (2005), On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole.

L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité

I.11.1 Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisse appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires (Soufiya, 2009).



I.11.2 Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre.

En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont très chargées en différentes substances chimiques, organiques et métalliques.

Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;

Des hydrocarbures (raffineries) ;

Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries)

Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;

De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;

Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitements des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement.

Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.



I.11.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses.

Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des cours d'eau ou des retenues.



I.11.4 Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbure rejetés par des véhicules.

Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

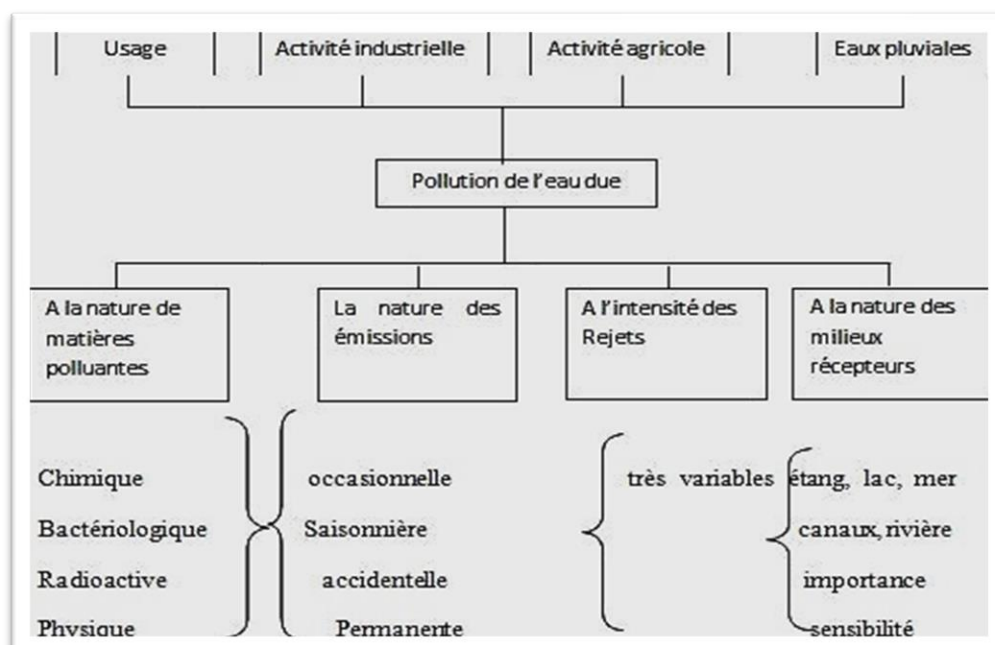


Figure n° I.3 : Nature de la pollution des eaux. (Djeddi,2007)

I.12 Compositions des eaux usées

La composition des eaux usées (tableau 1), est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc)

Que les montants de TDS et les chlorures devraient augmentés par les concentrations de ces composants dans l'eau issue des voitures.

DBO5 est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées.

Elle dépend :

De l'activité humaine (eaux ménagères et eaux vannes).

De la composition des eaux d'alimentation en eau potable et, accessoirement, de la nature des matériaux entrant dans la constitution des canalisations d'eau, pour les composés chimiques.

De la nature et de la quantité des effluents industriels éventuellement rejetés dans le réseau urbain (Faby, 1997).

Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes.

En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (Baumont et al., 2004)

Tableau n° I .3 : Composants majeurs typique d'eaux usées domestiques.

Constituants	Concentration (mg/l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS) 1	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore1	100	50	30
Alcalinité (en CaCO₃)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO₅	300	200	100

Source: Djeddi, 2007

I.13 Normes de rejet

I.13.1 Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Elle est fixée par une loi, une directive ou un décret. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées sont indiquées sur le tableau n°4

Tableau n° I .4: Normes de rejets internationales.

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
pH	6,5-8,5
DBO ₅	< 30 mg/1

DCO	< 90 mg/1
MES	< 20 mg/1
NH ₄ ⁺	< 0,5 mg/1
NO ₂ ⁻	1 mg/1
NO ₃ ⁻	< 1 mg/1
P ₂ O ₅	< 2 mg/1
Température	< 30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

I.13.2 Normes Algériennes de rejet des effluents

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides fixe les valeurs limites de ce rejet. Les valeurs guides sont consignées dans le tableau n°5.

Tableau n° I .5: Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (JORA, 2006)

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO ₅	mg/l	35
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	2
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	3
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	3
Manganèse	mg/l	1

Tableau n° I .6: Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (JORA, 2006)

Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	3
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3

Fluor et composés	mg/l	15
Composés organiques chlorés	mg/l	5
Chrome total	mg/l	0,5
Chrome III⁺	mg/l	3
Chrome VI⁺	mg/l	0,1
Solvants organiques	mg/l	20
Chlore actif	mg/l	1,0
Détergents	mg/l	2
Tensioactifs anioniques	mg/l	10

Conclusion

Avant que les eaux usées soient rejetées dans le milieu naturel, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre tout type pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration ou elles subissent plusieurs phases de traitement en fonction du flux de leur charge polluante et de la sensibilité du milieu aquatique récepteur.

Chapitre II : principes de fonctionnement d'une station d'épuration

II.1 Introduction

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Une station d'épuration rassemble une succession de procédés qui permettent petit à petit de purifier l'eau.

II.2 Etapes de traitement des eaux usées

On y trouve les étapes suivantes :

II.2.1 Le prétraitement et le traitement primaire

C'est un prétraitement qui comprends le dégrillage (qui élimine les déchets volumineux), le dessablage (qui permet d'extraire les sables), le déshuilage (Qui débarrasse l'eau de ses corps gras) et la décantation primaire où la boue est récupérée au fond du bassin .

II.2.2 Le traitement secondaire

Le traitement secondaire se fait le plus souvent de manière « biologique », mais une voie « physico-chimique » peut la remplacer ou s'y ajouter. Le traitement physicochimique permet une meilleure coagulation des boues et favorise notamment la fixation des phosphates provenant des engrais ou des activités agricoles. Le traitement secondaire comprend l'oxygénation (de l'oxygène est inséré dans l'eau pour la défaire des substances grasses restantes) et la décantation secondaire (qui permet d'extraire une deuxième quantité de boue).

II.2.3 Le traitement des boues

Le traitement des boues s'effectue parallèlement aux traitements de l'eau (avec la boue récoltée dans les bassins de décantation et durant la clarification) .

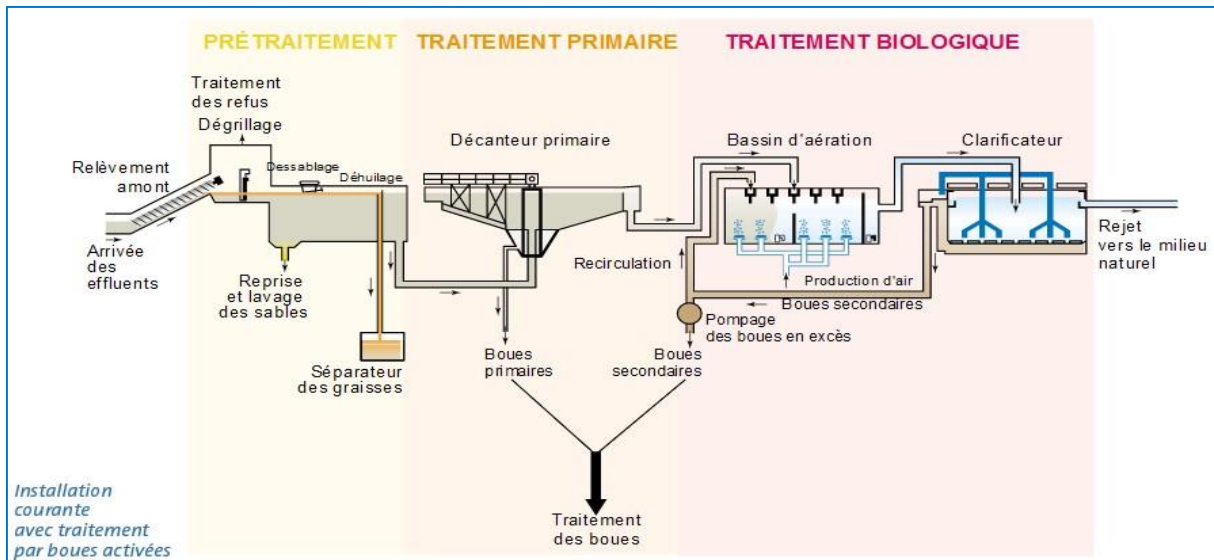


Figure n° II.1: Schéma des étapes de traitement des eaux usées .

II.3 Les prétraitements

II.3.1 Le dégrillage

À l'arrivée à la station d'épuration, les eaux résiduaires brutes doivent subir un dégrillage, permettant de séparer et d'évacuer les matières volumineuses qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer l'exécution, et amener des risques de bouchage dans les différentes unités de l'installation.

La qualité de l'opération peut être définie de la façon suivante :

Pré dégrillage : pour grille à barreaux espacés de 30 à 100 mm ;

Dégrillage moyen : pour grille à barreaux espacés de 10 à 25 mm ;

Dégrillage fin : pour grille à barreaux espacés de 3 à 10 mm ;

Tamisage : pour tamis à orifices de 0,3 à 5 mm.

Les grilles manuelles sont réservées aux très petites installations, la grille fortement inclinée (angle de 60° à 80° sur l'horizontale) et munie d'un by-pass destiné à éviter le débordement. Dès que la station dépasse les 5000 habitants, on doit doter l'installation de traitement de grille mécanique .



Figure n° II.2: Photo d'un dégrilleur automatique vertical .

II.3.2 Le dessablage

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

Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage .



Figure n° II . 3: Photo d'un dessableur rectangulaire .

II.3.3 Le dégraissage - déshuilage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite .



Figure n° II .4: Photo d'un bassin de dessablage – dégraissage .

II.4 Le traitement primaire

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. Trois voies de traitement sont possibles :

II.4.1 La décantation (processus physique)

Le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation;

II.4.2 La flottation (processus physique)

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient ;

La décantation associée à l'utilisation d'un coagulant- flocculant (voie physicochimique) : le principe ici est de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de floccs plus gros.

Durant la phase de traitement primaire une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des Matières En Suspension pouvant atteindre 90 %, et de la demande biochimique en oxygène de l'ordre de 35 %. La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant cette phase de traitement. Les matières solides extraites représentent ce que l'on appelle les boues primaires .

II.5 Le traitement secondaire

Ce traitement a pour objectif principal l'élimination des composés solubles d'origine organique. Parallèlement, la floculation de la biomasse permet de piéger les matières en suspension restant à l'issue du traitement primaire. Le principe de ce traitement est de mettre en contact la matière organique contenue dans les eaux usées avec une population bactérienne. Celle-ci assimile alors la matière organique pour son propre développement. Ces dispositifs permettent d'intensifier et de localiser sur des surfaces réduites les phénomènes de transformation et de dégradation des matières organiques tels qu'ils se produisent en milieu naturel. Ils sont la reconstitution d'un écosystème simplifié et sélectionné faisant intervenir une microfaune de bactéries, de protozoaires et de métazoaires .

II.6 Les traitements tertiaires

Les traitements tertiaires regroupent tous les traitements complémentaires visant à affiner la qualité de l'effluent ayant subis les traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. Leurs utilisations s'imposent lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige :

- Les zones sujettes aux phénomènes d'eutrophisation ;

- Les eaux de baignade ;
- Besoins agricoles;
- Recharge de nappes aquifères ;
- Pisciculture ;
- Usage domestique allant jusqu'à la consommation humaine.

Les traitements tertiaires englobent, principalement, l'élimination de l'azote, l'élimination du phosphore et la désinfection, mais aussi le traitement des odeurs .

II.7 Le traitement des boues

Les techniques actuelles d'épuration des eaux usées domestiques ou industrielles, ainsi que les seuils de rejet de plus en plus exigeants, et les quantités à traiter de plus en plus grandes entraînent au cours des différentes phases de traitement une importante production de boues. Les boues contiennent en général 95 % à 98 % d'eau. Les traitements imposés aux boues s'effectuent classiquement en différentes étapes : épaissement, digestion anaérobie, déshydratation, séchage et valorisation. La valorisation est soit agricole (épandage direct ou compostage), soit énergétique (incinération, digestion anaérobie) .

II.8 Le traitement biologique

Dans le traitement des [eaux industrielles](#) ou le traitement des [eaux domestiques](#), on utilise souvent les traitements biologiques afin d'éliminer les éléments organiques comme les graisses, sucres, protéines, etc. La dégradation de ces éléments organiques est assurée par des microorganismes (bactéries) qui consomment les matières organiques en présence d'oxygène (méthode aérobie) ou sans oxygène (méthode anaérobie). Ces traitements conçus à l'origine essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée et des matières en suspension, ainsi pour poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire par voie biologique le plus souvent.

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

II.8.1 Traitements anaérobies

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier aux bactéries méthanogènes qui conduisent comme leur nom l'indique à la formation du méthane à partir de la matière organique et à un degré moindre de CO₂.

II.8.2 Traitements aérobies

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène [48]. Deux Systèmes sont distingués, les systèmes intensifs et les systèmes extensifs.

II.9 Systèmes intensifs

Ils regroupent les systèmes à cultures fixes et ceux à cultures libres.

II.9.1 Systèmes à cultures fixes

Le principe consiste à faire ruisseler les eaux usées décantées sur des matériaux poreux recouverts d'un biofilm sur lequel se développent des cultures bactériennes. Ces cultures se nourrissent de la matière organique permettant ainsi l'élimination d'une fraction importante de la pollution. A partir de ce principe plusieurs variantes ont été développées parmi lesquelles les lits bactériens où le milieu support peut être une roche fragmentée en petits blocs. Les disques biologiques ayant pour support des disques parallèles tournant à faible vitesse et qui sont immergés sur la moitié de leurs hauteurs.

II.9.1.1 Les lits bactériens

Le procédé lit bactérien ou filtre percolateur est un procédé d'épuration des eaux usées à lit fixe, dans lequel la biomasse n'est pas maintenue en suspension dans l'eau, mais forme un biofilm sur des surfaces de croissance. Ce biofilm transforme les composants organiques des eaux usées en milieu aérobie. Les matériaux de remplissage sont soit pierreux, soit en plastique et leur superficie varie par m^3 . Dans le cas de volumes d'eaux usées importants, les surfaces de croissance en plastique sont à préférer, étant donné leur plus grande porosité, ce qui permet aux lits bactériens d'être plus petits.

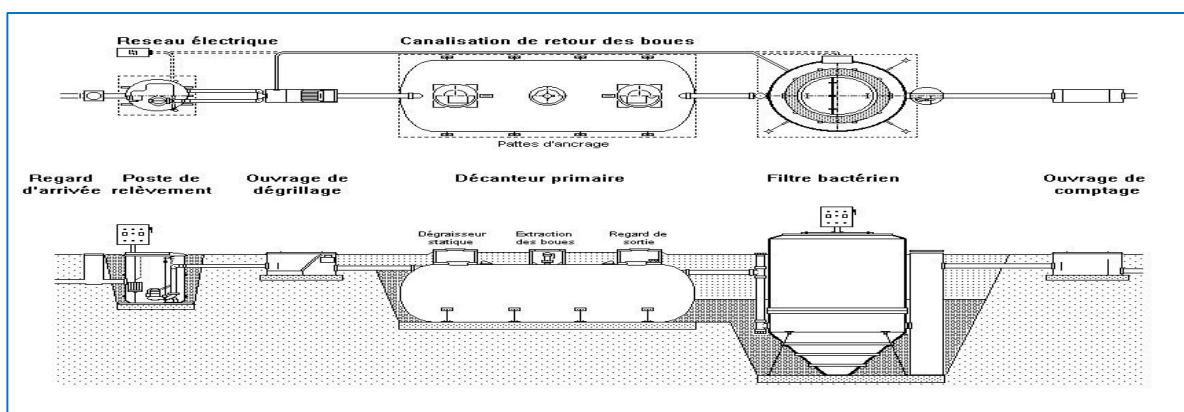


Figure n° II . 5: Schéma de la configuration du procédé du lit bactérien .

Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contrecourant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux .

Après la décomposition de la matière organique, l'effluent passe ensuite à la seconde étape de traitement biologique, dans un bassin de décantation secondaire ou l'étape de clarification se réalise et les boues se séparent des eaux et se sédimentent au fond de clarificateur .

II.10 Système extensif

II.10.1 Le lagunage

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels. On distingue le lagunage naturel et le lagunage aéré :

II.10.1.1 Lagunage naturel

Le lagunage est une technique d'épuration des eaux usées par voie naturelle. Dans les bassins de lagunage se développe tout un écosystème : les végétaux aquatiques servent de support et de nourriture à une faune nombreuse (oiseaux, amphibiens, insectes,...) qui contribuent à accroître la biodiversité du secteur. La profondeur des lagunes naturelles est faible de façon à permettre une pénétration suffisante de la lumière et éviter la croissance des macrophytes .

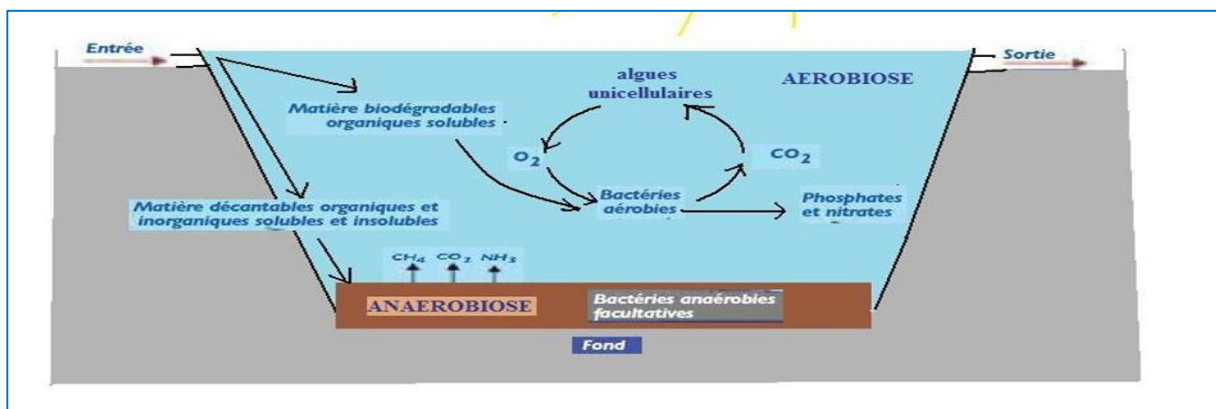


Figure n° II . 9 : Schéma de fonctionnement d'épuration par lagunage .

II.10.1.2 Lagunage aéré

Le lagunage aéré est composé de plusieurs bassins, dont le premier est équipé de dispositif d'aération artificiel qui fournit la majorité des besoins en Oxygène. Ces lagunes ont des profondeurs qui peuvent atteindre 2,5 à 3m implantées dans des grandes surfaces, ils comportent un mode d'aération mécanique tel que des turbines flottantes ou fixes, ou des systèmes d'insufflation d'air.



Figure n° II . 10: Photo de bassins de lagunage aéré .

Conclusion

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles agricoles et des phénomènes naturels. Ces eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leurs charges polluantes.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre tous danger. Pour cela, les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement qui nous permettra au final d'obtenir une eau épurée conformes aux exigences.

Deuxième partie – Etude Expérimentale

Chapitre III - Présentation générale de la station

III.1 Introduction

L'eau est un élément essentiel de la plupart des activités humaines urbaines et/ou industrielles. Son importance contribue à la dégradation de sa qualité et à la perturbation de tout l'écosystème qui recevra ces eaux sous la forme d'effluents liquides (eaux usées). Ces derniers sont chargés de matières organiques constituant une source de pollution environnementale ; d'où l'urgence d'installation des stations d'épuration pour y remédier à ce type de problème

P.S. Toutes les photos présentes dans ce chapitre ont été prises dans la STEP de cap falcon par Mlle Bennia Yamna , le mois de mars 2020 .

III.2 Site d'étude

Oran, située dans la région Nord-Ouest Algérien entre Latitude / Longitude : $35^{\circ} 41' 28'' \text{ N} / 0^{\circ} 38' 30'' \text{ W}$ et s'étend sur une superficie de 124 km² .

La ville Aïn El-Turck est située à 15km au Nord-Ouest d'Oran, entre $35^{\circ} 44'$ nord, $0^{\circ} 45'$ ouest avec une superficie de 39,14 km². Une ligne de collecte des eaux usées à 22 km Aïn El Turck, Bousfer et El Ançor.

Cette station d'épuration est conçue sur la base d'un traitement biologique à faible charge. Les eaux épurées de la STEP CAP FALCON sont déjà utilisées pour l'irrigation d'environ 500 HA du périmètre de BOUSFER. Ce périmètre est appelé à atteindre 900 HA à moyen terme. La station a une capacité installée de 30.000 m³/j pour l'horizon 2030 et traite actuellement jusqu'à 11.000 m³/j.



Figure III.1 – Localisation de la zone d'étude

III.3 Historique

Le projet en question, qui est le second au niveau d'Oran, après la STEP d'El Kerma, permettra de traiter les eaux usées de plusieurs communes côtières, entre autres Aïn El Turck, Boufer et El Ançor, où le phénomène de la pollution des plages prenait des proportions de plus en plus alarmantes. Pour l'heure, les essais sont en cours, par une équipe technique, pour s'assurer du bon fonctionnement de cette station qui a coûté près de 240 milliards de centimes à l'Etat algérien qui a pris une série de dispositions pour le traitement et la réutilisation des eaux usées à l'échelle nationale. A titre d'exemple, et sur échelle locale, il a été programmé la réalisation de 6 stations d'épuration au niveau de Oued Tlélat, Boutlélis, Mers El Hadjadj, Béthioua, Gdyl et Mers El Kébir.

Les travaux seront lancés en début de l'année prochaine, sachant que certaines d'entre elles vont prendre en charge la collecte et le traitement des eaux usées de plusieurs communes à la fois. En perspective, les mêmes interlocuteurs signaleront que le problème du déversement des eaux usées à tort et à travers, dans la wilaya d'Oran, sera atténué à l'horizon 2014. D'autant plus que les études sont en cours pour voir les possibilités de réutilisation de ces eaux épurées, notamment dans le domaine de l'agriculture, sachant que, d'ici quelques années, il y aura au moins 300 000 m³ d'eaux usées générés par la population d'Oran.



Figure n°III.2 :schéma de la station cap falcon

III.4 Etapes du procédé de traitement de la STEP Cap Falcon

Prétraitement

Dégrillage

Dessablage-déshuilage

Le traitement biologique est réalisé avec le procédé des boues activées à faible charge par un ensemble de bassins d'activation biologique et un ensemble de décanteurs secondaires

Traitement tertiaire

Une désinfection au chlore

Le traitement des boues est composé de la déshydratation mécanique des boues en excès par des filtres à bandes mixtes et la déshydratation par lits de séchages des boues en excès

III.5 Données de base et chiffres de STEP Cap Falcon

Projet	de	réalisation	de	la	STEP
Montant	de	l'opération	:	3	Milliards DA
Début	d'exécution	du	projet	:	08/05/2007
Réception		provisoire	:		27/03/2011
Exploitation	de	la	STEP	:	2 ans
Réception définitive et transfert à SEOR : 27/03/2013					

III .5.1 FICHE TECHNIQUE A L'HORIZON 2030

Equivalent	Habitant	:	250.000	EH
Débit	nominal	:	30.000	m3/j
Charge	massique	de	DBO5:	7.440 kg/j
Charge	massique	de	DCO:	11.340 kg/j
Charge massique de MES: 10.950 kg/j				

III .5.2 DEBIT ET CHARGES ACTUELS ENTREE STATION

Débit	:	12.000	m3/j
DBO5	:	250	mg/l
DCO	:	400	mg/l
MES : 220 mg/l			

III .6 Présentation générale de la station :

III .6.1Prétraitemnt :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements :

Volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage –déchet- déshuilage).

III .6.1.1Dégrillage : À l'arrivée à la station d'épuration, les eaux résiduaires brutes doivent subir un dégrillage, permettant de séparer et d'évacuer les matières volumineuses qui

pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer l'exécution, et amener des

Risques de bouchage dans les différentes unités de l'installation

III .6.1.1.1 Dégrillage grossier :

Les effluents sont transférés jusqu'à la station d'épuration par des postes de relèvement. Les canalisations qui amènent l'effluent débouchent dans un ouvrage unique équipé d'un dégrillage grossier. Les déchets sont repris manuellement à l'aide d'un râteau. L'espacement entre les barreaux est de 40mm.

Le haut de la grille est courbé et débouche dans un panier de collecte des refus avant un stockage en benne avec les refus de dégrillage fin.

Une détection de niveau permet d'indiquer à l'exploitant un éventuel colmatage trop important.



Figure n° III.3 : dégrillage grossier



figure n° III.4 : déchets gros

III .6.1.1.2 Dégrillage fin :

Après le dégrillage grossier. On a prévu cet équipement avec un espacement de 10mm entre les barreaux qui présente les avantages suivant :

Elimination efficace de la plupart des matières solides.

Protection des équipements électromécaniques situés en aval.



Figure n° III.5 : dégrillage fin de la step cap falcon

III .6.1.2 Dessaleur dégraisseur :

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite .Le réseau étant théoriquement du type séparatif, il est toujours à craindre une Présence importante de sable, de matières minérales en suspension et d'huiles.

L'eau est aérée par insufflation permettant d'une part la bonne séparation de sable d'eau usée et d'autre part favorisant la remontée (flottation) des gouttelettes d'huiles et des graisses en surface ,Le sable sédimenté est collecté au moyen d'un racleur de fond qui pousse les sable décantés jusqu'aux trémies de stockage de sable.

Les huiles sont récupérées en surface par un racleur qui pousse les graisses dans une trémie de collecte. Les graisses extraites sont stockées dans un puisard à graisse et évacuée par camion hydrocureur pour un éventuel recyclage ou traitement.



Figure n° III.6 : Dessaleur dégraisseur de la step cap falcon

III .6.2 Bassins biologique :

Elle s'opère selon deux voies biologiques possibles : aérobie (en présence d'oxygène) et anaérobie (en l'absence d'oxygène).

III .6.2.1 La zone aérobie consiste à mettre les boues dans des bassins d'aération dits aussi bassins de stabilisation aérobie. En sortie, les boues sont dites « aérobies » ou « stabilisées »

aérobies ». Le compostage est un mode de stabilisation aérobie des boues, le plus souvent après déshydratation. Il s'agit souvent d'un traitement de stabilisation biologique complémentaire, destiné à la fabrication d'un produit : le compost. Cependant, il constitue le seul mode de stabilisation des boues primaires et secondaires issues d'un traitement physico-chimique des eaux usées.

III .6.2.2La zone anaérobie concerne surtout les installations de plus de 100.000 EH. Elle consiste à mettre dans des digesteurs les boues directement issues de la décantation primaire de la filière de traitement des eaux usées, et à les porter à haute température (de 50 à plus de 100°C) afin d'en éliminer bactéries et virus. Stabilisées avec 30 à 60 % de quantités de matière organique en moins, en sortie les boues sont dites « anaérobies », « stabilisées anaérobies » ou « digérées ». Elles présentent une siccité pouvant aller au-delà de 20 à 30 %. Ces procédés de digestion anaérobie, appelés aussi méthanisation, s'accompagnent de la production de biogaz riche en méthane (65%) et en dioxyde de carbone (35%), avec des concentrations faibles d'hydrogène sulfuré saturé en eau. La récupération et la valorisation de ce biogaz (sous forme de chaleur, d'électricité, de combustible ou de carburant) représente un des postes permettant de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue.



Figure n° III.7 : bassin biologique



figure n° III.8 : zone aérobie et anaérobie

III .6.3le Dégazage :

En sortie des bassins d'aération nous avons prévu un ouvrage de dégazage de l'effluent pour éviter les départs de MES dans les eaux traitées au niveau des clarificateurs.

Cet ouvrage est circulaire, il est équipé d'un bras racleur de surface qui permet de récupérer les mousses et les flottants. ces dernier sont repris par une trémie située au périphérie de

l'ouvrage puis évacués gravitairement vers une fosse à flottant. Ils sont ensuite envoyés par pompage vers la bache à graisses situé au niveau des prétraitements.



Figure n° III.9 : le dégazage de la step cap falcon

III .6.4 Clarificateurs :

Cette dernière étape de traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet, elle assure la séparation entre les boues et l'eau traitée.

L'efficacité de la séparation eau/boues dépend de la décantabilité des boues (liée à la nature de l'effluent) et de la capacité de l'ouvrage à atténuer de forte variation de charge hydrauliques.

Dans un premier temps, le dimensionnement d'un clarificateur est basé sur une vitesse ascensionnelle qui doit être inférieure à la vitesse de décantation des boues.

Dans un second temps, il est nécessaire de prévoir une hauteur d'eau en périphérie des ouvrages suffisante afin de favoriser le tassement du voile de boues

Après répartition au niveau du dégazage, la liqueur mixte alimente gravitairement les Clarificateurs



Figure n° III.10 : clarificateur de la step cap falcon

III .6.5 La déshydratation mécanique des boues en excès par des filtres à bandes mixtes

Dans une station d'épuration, les boues en excès représentent un important volume à évacuer. Les systèmes de déshydratation des boues visent à réduire ce volume. Kamps propose des systèmes de

déshydratation qui consomment peu d'énergie et peu de polymères :

les tables d'égouttage

les filtres à bandes (haute, basse ou moyenne pression)

les filtres à plateaux

le système de dosage de polymère nécessaire à la floculation : POLYBLEND®

les bandes de filtre à bandes et table d'égouttage



Figure n° III.11 : les filtres à bandes mixtes de la step cap falcon

III .6.6 La déshydratation par lits de séchages des boues en excès

Les boues épaissies sont reprises par des pompes volumétriques pour être sur des lits de séchages, Dans la station il Ya10 lits de séchage



Figure n° III.12 : lits de séchages de la step cap falcon

III .6.7 Désinfection :

En sortie du clarificateur, l'effluent traité est envoyé dans un bassin de désinfection .

Afin de réaliser la désinfection, une injection d'hypochlorite de sodium est réalisée en entrée du bassin au toit de l'arrivée de la canalisation afin d'homogénéiser le mélange eau/chlore.

Le pouvoir germicide d'un agent désinfectant est essentiellement basé sur des mécanismes chimiques d'oxydoréduction.

Ainsi les modes d'action d'un agent désinfectant dépendent du pouvoir oxydant du désinfectant et de la nature du microorganisme ciblé.

Dans le cas des virus, l'oxydant altère les macromolécules complexes des acides nucléiques, empêchant ainsi le micro-organisme de se reproduire, et réduisant son pouvoir infectant. Chez la bactérie, l'oxydant pénètre la membrane cytoplasmique et oxyde les liaisons soufrées des enzymes, les altérant de manière irréversible, ce qui entraîne la mort du microorganisme. De plus fortes doses d'oxydant conduisent également à la dégradation des acides nucléiques de la bactérie.



Figure n° III.13 : bassin de Désinfection de la step cap falcon

III .7 Conclusion :

Dans ce chapitre j'ai présenté la station d'épuration de cap Falcon , a travers une description générale de chaque étapes de traitement . On décrit notamment le chemin que traverse l'eau usée à compter du prétraitement jusqu'un traitement de désinfection

Chapitre IV- Matériels et méthodes

IV.1 Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physico-chimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. Les analyses ne sont valides que si le prélèvement et l'échantillonnage ont été entourés de soins suffisants. En outre, la séquence prélèvement, échantillonnage, analyse et manipulation des appareils constitue alors une chaîne cohérente pour laquelle on aura conscience de ne négliger aucun maillon. Dans ce chapitre, on citera chaque étape contribuant aux analyses, d'une part on décrira le laboratoire, d'autre part toutes les procédures ainsi

méthodes de mesures qui se font dans la station d'épuration de Cap Falcon qui nous permettront par suite d'évaluer les performances épuratoires de cette STEP.

P.S. Toutes les photos présentes dans ce chapitre ont été prises dans la STEP de Cap Falcon par Mlle Bennia Yamna, le mois de mars 2020 .

IV.2 Encadrement de l'étude

Ce travail a été réalisé au sein de la station d'épuration de la ville de Oran , pendant une période d'un mois (mars).

Le site de la STEP est situé à proximité de Cap Falcon, à environ 1.5 Km du sud-ouest et à 3 km au nord-ouest d'Ain Türck avec une superficie de 39,14 km². Elle est implantée sur un site qu'il fait partie de la zone militaire d'Ain Türck. La STEP de Cap Falcon est le deuxième ouvrage hydraulique du genre à voir le jour au niveau de la wilaya d'Oran, après celle d'El Karma.

Actuellement, les eaux usées de la STEP Cap-Falcon/Aïn El-Turck sont traitées dans la perspective de les réutiliser de nouveau dans l'irrigation de 500 Ha à Bousfer [4].

IV.3 Prélèvement et transport des échantillons

L'échantillonnage consiste d'une part à faire des prélèvements à partir de l'eau brute et d'autre pour l'eau épurée.

Les prélèvements d'eau sont effectués dans des flacons opaques de 01 L . Deux flacon d'eaux ont été remplis ; l'un pour eau brute et l'autre pour l'eau épurée sont destinée pour les analyses physico-chimique.

Afin d'évité tout changement chimique de l'eau et d'inhibé l'activité bactérienne, les échantillons sont transportés à laboratoire dans une glacière isotherme, l'analyse doit être effectuée le jour même.

IV.4 Analyse physico-chimique des eaux usées

Méthodes de détermination des caractéristiques physico-chimiques des effluents de la station d'épuration cap falcon :

IV.4.1 Détermination de la température

La température est déterminée en même temps que la conductivité électrique par le conductimètre.

IV.4.2 Détermination du pH

La mesure est réalisée à l'aide d'un pH mètre de type GLP22 CRISON, muni d'une électrode préalablement étalonné avec des solutions tampon pH = 4 puis pH = 7. La méthode a consisté à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bêcher, dans lequel un agitateur magnétique homogénéise l'échantillon. Après stabilisation de l'affichage sur le cadran du pH mètre, nous avons noté le pH.

IV.4.3 Détermination de la Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. La mesure est faite à l'aide d'un conductimètre de type LOLEDO. MC226.

La conductivité d'une solution est affectée par la température de la solution. Donc est nécessaire de lier les mesures de conductivité à une température de référence : 25°C.

IV.4.4 Détermination de l'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

Dans le domaine de l'épuration, il est indispensable pour la dégradation des matières polluantes qui se fait principalement en aérobiose. Nous avons effectué la mesure à l'aide d'un oxymétrie .

IV.4.5 Détermination de la matière en suspension (MES)

Pour la détermination des matières en suspension (MES) ont utilise la méthode par filtration sur papier filtrant de 1.2µm de porosité. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement. Le dispositif de filtration est constitué d'une base supporte-filtre surmontée d'un entonnoir amovible entre lesquels a été pincé le filtre. Un volume représentatif de l'eau

(entre 25 et 1000 ml) de chaque échantillon ont été filtré à travers un filtre (fibre verre FV 280, diamètre 47 mm).Préalablement conditionné et pesé.

Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/l) est donné par l'expression:

$$MES = \frac{(M_1 - M_0) \cdot 1000}{V}$$

Où :

- **V** : Le volume en ml d'échantillon utilisé ;
- **M₀** : La masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;
- **M₁** : La masse en mg du disque filtrant après utilisation. (Rodier, 2005).



Figure n°IV.2 - Test MES pour l'eau brute et épurée.



Figure n°IV.3 - Rompe de filtration

IV.4.6 Détermination de la matière volatile sèche mvs :

Prélever dans le bassin d'aération un échantillon d'au moins 1000ml, (s'assurer que la masse biologique est homogène au moment de prélèvement. il est préférable de prélever pendant l'aération)

Remplir l'éprouvette de 1000ml avec l'échantillon prélevé.

Bien mélangé par retournement de l'éprouvette, ensuite poser la sur plan horizontal à l'ombre

Chronométrer 30minutes

Relever le volume des boues V30 décanté dans l'éprouvette

Si le volume décanté est > 250ml (ou 300 ml selon certains ouvrage), réaliser un nouveau test avec

une dilution



Figure n°IV.4 : test de mvs
délitions)



Figure n°IV.5 : test de mvs



figure n°IV.6 : test mvs résultats (après

résultats (après 10mn)

IV.4.7 Détermination de la DBO₅

À l'aide de DBO mètre de type HACH. BODTRAK. Un volume x ml de l'échantillon a été placé dans un flacon brun en verre contenant un barreau magnétique. Ont été met deux pastilles de soude (NaOH) dans un ruban en caoutchouc dans le goulot de la bouteille. la bouteille a été met sur le châssis du BOD Trak II et en ajout y gout de ATU . Les échantillons a été incubés à l'obscurité dans une armoire thermorégulatrice fermée à clef pendant 5 jours à 20+/- 1°C. La lecture de résultat se fait directement par la lecture de la valeur affichée sur l'écran DBO5

(mg d'O₂/L).

Entrée 164ml de échantillon 3 goût de A TU

Sortie 432ml de échantillon 9 goût de A TU

Substances organiques + O₂ CO₂ + H₂O + biomasse. (BLIEFERT et PERRAUD, 2001).

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C. Pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité à l'aide d'un système de mesure Oxi Top. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs.

Substances organiques + O₂ CO₂ + H₂O + biomasse. (BLIEFERT et PERRAUD, 2001).



Figure : n°IV.7 : détermination de la DBO5 et ATU



figure n°IV.8 : DBO-mètre



figure : n°IV.9: NaOH

IV.6.8 Détermination de la DCO

La technique des tests en cuve DCO LCK 114 a été utilisée, on a pipeté 2ml d'échantillon d'eau brute avec précaution. Ensuite, la cuve est fermée puis mélangée et chauffée dans un thermoréacteur à 148°C pendant 2h. puis retourner 2x avec précaution. L'ensemble à subir un refroidissement à température ambiante dans le support de cuve et mesurer. On a utilisé la même méthode pour l'eau épurée avec DCO LCK 314. La lecture est effectuée par un spectrophotomètre.



Figure n°IV.10 : test de la DCO



Figure n°IV.10: un thermoréacteur

IV.4.9 Détermination du phosphate

On utilise la technique des tests en cuve le phosphore totale LCK 349, après l'enlèvement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable, ont été pipetée 0.5 ml d'échantillon. Puis on a vissée le DosiCap Zip, dirigeant le cannelage vers le haut, secouer énergiquement (2-3) fois Dans le thermo-réacteur chauffée à 100°C pendant 1h. Une fois refroidie ont été pipetée 0.2 ml de réactive B (LCK 348), puis Visser un DosiCap C (349) gris sur la cuve, mélanger le contenu de la cuve de nouveau et mesurer.



Figure n°IV.11 : test en cuve de phosphore



figure n°IV.12: résultat de test en cuve de phosphore

IV.4.10 Détermination de l' azote total

La technique des tests en cuve a été effectuée avec le réactif LCK 238 pour l'eau brute, ont été pipeter 0.5ml d'échantillon, 2 ml de solution A (LCK 238A), 1 tablette B (LCK 238), dans le thermo-réacteur à 100°C pendant 1h a été chauffée après on a refroidie à une température ambiante dans le support de cuve et ajoutée 1 Micro Cap C (LCK 238).Puis on a pipetée 0.5 ml d'échantillon et 0.2 ml de solution D (LCK 238). Après attendre 15mn puis mesurée. On a utilisé la même technique pour l'eau épurée avec le réactif (LCK 138) sauf on utilise 1.3 ml d'échantillon et 1.3 ml de la solution A (LCK 238A), 1 tablette B (LCK 138), 1 Micro CAP C (LCK 138), solution D (LCK 138).



Figure n°IV.13 :Teste d'azote total eau brute.
épurée.



Figure n°IV.14: Teste d'azote totale eau

IV.4.11 Détermination de l' Ammonium

Eau brute réactif LCK (303) : On a enlevé délicatement la feuille de protection du DosiCapZip détachable. Dans la cuve d'analyse, on a pipetée 0,2 ml d'échantillon, visser immédiatement le DoziCapZip dirigeant le cannelage vers le haut puis secouer énergiquement (2-3x), après 15 mn, mélangé de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer, a partir les mêmes étapes ont été analysée l'eau épurée LCK (304).



Figure n°IV.15 : Teste en cuve de l'ammonium.



Figure n°IV.16 : résultat Teste en cuve de l'ammonium.

IV.4.12 Détermination de Nitrite LCK (341)

Eau brute et l'eau épurée réactif LCK (341) Ont été enlevé délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable,.2 ml d'échantillon a été pipete. vissez le DoziCapZip, dirigeant le cannelage vers le haut Secouer énergiquement jusqu'à dissolution de la lyophilisat (2-3x), attendre 10 mn et mesurer.



Figure n°IV.17 : test en cuve de nitrite

IV.5 Détermination des métaux lourds des effluents de la station de Cap Falcon

IV.5.1 Zinc

Pour déterminer la teneur en zinc, l'expérience a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre et réactif A (LCK360)

- Enlever délicatement la feuille de la protection « doscap zip » détachable.
- Dévisser le doscap zip ;
- Pipeter 0.2 ml d'échantillon 'l'eau usée' ;
- Visser immédiatement le doscap zip dirigeant le cannetage vers le haut ; □ Secouer énergétiquement.
- Attendre 3min. bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.



Figure n°IV.18: test en cuve zinc

IV.5.2 Chrome

Pour déterminer la teneur en Chrome, l'expérience a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre et réactif A (LCK313).

Enlever délicatement les feuilles doscap zip ;

- Dévisser le doscap zip ;

- Pipeter 2 ml d'échantillon ;
- Visser le doscap zip directement le connectage vers le haut ;
- Secouer énergétiquement ;
- Chauffer à 100°C ;
- Ne pas mélanger la cuve après la digestion ;
- Laisser refroidir à la température ambiante ;
- Mesurer la cuve de l'analyse ;
- Visser un doscap B (LCK 313 B) de couleur orange sur la cuve ;
- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite ;
- Attendre 2 min mélangé de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer

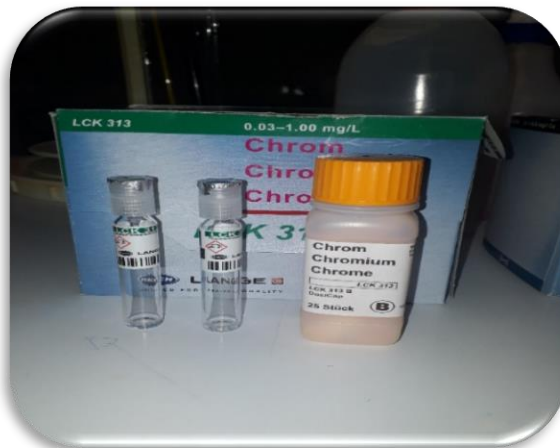


Figure n°IV.19 :test en cuve de chrome

IV.5.3 Fer

Pour déterminer la teneur en fer , l'expérience a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre et réactif A (LCK321).

Figure n°IV.20 : test en cuve de fer



IV.5.4 Plomb

Pour déterminer la teneur en plomb, l'expérience a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre et réactif A (LCK308).

Conclusion

Après avoir fini tous les analyses journalières et hebdomadaires, les mesures seront copiées dans des tableaux et préserver, pour pouvoir ensuite juger la performance de la station, détecter et étudier en cas ou l'existence des anomalies, ainsi pour déduire le rendement de la station et avoir une idée globale du procédé, c'est pour cela ces analyses physico-chimique resteront une routine indispensable au quotidien la station

Références bibliographiques

- Centre d'expertise et de référence en santé publique, institut national de santé publique QUEBEC (INSPQ).
- L'école de l'eau ; station d'épuration, agence de l'eau Artois-Picardie.
- <http://ecoledeleau.eau-artois-picardie.fr/spip.php?rubrique65>. (Consulté 01/02/2017 à 3:00).
- Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles Point des connaissances ED 5026 paru dans Travail et Sécurité, novembre 2004 – INRS.
- ALLAOUI K. : Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations D'épuration des eaux usées UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA, mémoire pour L'obtention du diplôme de magister 2009.
- <http://www.fbprocedes.com/> (Consulté 06/02/2017 à 00 : 54).
- <http://www.ca-ajaccien.fr/les-grands-projets/les-realisations/la-station-d-epuration-de-campo-dell-oro/presentation-de-louvrage/traitement-des-eaux/le-dessablage> (Consulté Le 04/02/2017 à 02 :08).
- <http://step.ouvaton.org/tech3.htm> (Consulté le 06/02/2017 à 07 :54) SUEZ WATER HANDBOOK Memento decrement® de SUEZ.
- <https://www.suezwaterhandbook.fr/> (Consulté le 06/02/2017 à 08 :10).
- Université de Picardie Jules Verne, beauchamp, conferences _ assainissement collectif
Rapport au Conseil économique et social des Nations Unies (10 décembre 2004).
- CARDOT C. : Les traitements de l'eau – Procédés physico-chimiques et biologiques. Paris : Ellipses, 1999, 247 p.
- Bassompierre C. : Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers de la conception d'un pilote à la validation de modèle, 4 Feb 2007.
- BEDOUH Y. : Évaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station D'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon « Allium cepa » (UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA 2013/2014).
- METAHRI M. S. : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des Eaux usées traitées par procédés mixtes, cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou - Thèse de doctorat- 2012.
- CNRST, 2002. Traitement et réutilisation des eaux usées urbaines. Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique du Maroc, Marrakech, Maroc, 82 p.

- EL HAITE H. : Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et Réutilisation pour l'irrigation, l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne N° D'ordre : 2010 EMSE 0569 -12 - Avril 2010.
- ABT traitement des eaux résiduaire Décantation primaire et filtre bactérien.
- <http://abt.fr/techniques/decantation-primaire-et-filtre-bacterien/> (Consulté le 12/01/2017 à 19 :50).
- Hamon, WATER SOLUTIONS spécialiste de la gestion de l'eau, traitement des eaux usées support lit bactérien <http://www.hamon-watersolutions.com/medias/telechargement/Lits-bacteriens---CROSSPACK22-7-1.PDF> (Consulté le 13/03/2017 à 10 :32).
- Vigne E. : Étude et modélisation dynamique d'un procédé par bio filtration en nitrification tertiaire Philosophiædoctor (Ph.D.) (Université Laval Doctorat en génie civil) ,2007.
- Assainissement Autonome Etablissements scolaires, Écrit par Service Communication NEVE Environnement le 18 novembre 2014.
- Association suisse des professionnels de la protection des eaux [/nc/fr/glossar/term/disque_biologique/](http://nc.fr/glossar/term/disque_biologique/) (Consulté 12/01/2017 à 04 :04).
- Bouhoum K. : Devenir des œufs d'helminthes au cours d'un traitement expérimental d'épuration par bassin de stabilisation. Thèse de doctorat -Université de Marrakech, 1987, Maroc, 159 p.
- <https://epnac.irstea.fr/eaux-usees/bassins-dinfiltration-percolation> (Consulté 12/01/2017 à 0 :31)
- Les Bassins d'Infiltration Percolation, Eléments de diagnostic
- Auteur(s): Mission d'Assistance à la Gestion de l'Eau de la Loire (MAGE 42)
- Date de Publication: 2007 nb de pages : 21 Edition: Conseil Général de la Loire.
- Paulus A. : Le filtre planté de roseaux. Le versant vert de l'épuration des eaux usées.
- Edition du Rouergue, Collection : ROUERQUE LITTER. 2011, 237 p.
- Pandolfi D. : Caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'images, Institut National Polytechnique de Lorraine -Thèse du doctorat,2006.