

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Agronomie
Spécialité : Traitement et Valorisation des Ressources Hydriques

Thème

*Contrôle du rendement épuratoire de
la STEP EST Tizi-Ouzou*

Présenté par : M^{elle} BENZAHI FARIDA
M^{elle} BOUDJEMAI CELENA

Devant le jury

Présidente	: M ^{me} BOUDIAF.M	MCA UMMTO
Promoteur	: M ^r METAHRI.MS	MCA UMMTO
Co Promoteur	: M ^{me} BERROUANE.N	Enseignante à UMMTO
Examineur	: M ^r BERRADJ.O	MAA UMMTO

Année universitaire : 2015-2016

REMERCIEMENTS

Le grand merci pour Allah, Grand et Miséricordieux pour le courage, la patience et la force qui nous a donné pour mener à bien ce travail.

*On tient d'abord à remercier notre promoteur, **M^r METAHRI M.S**, Maitres de conférences Classe A à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'U.M.M.T.O, et notre Co-promotrice, **M^{me} BERROUANE N**, Enseignante à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'U.M.M.T.O pour tous leurs efforts, leur savoir, leurs idées, leurs confiance et leurs encouragements. Cela a été un privilège pour nous, de travailler sous leurs direction.*

On remercie vivement les membres de ce jury

*- **M^{me} BOUDIAF M.** Maitre conférence Classe A à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'U.M.M.T.O. On est très honorées que vous ayez accepté la présidence du jury de ce mémoire. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements.*

*- **M^r BERRADJ O.** Maitre assistant en Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'U.M.M.T.O. Votre venu en tant qu'examineur nous honore.*

Merci pour avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire, pour l'intérêt que vous portez à mon travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer.

*On remercie vivement, **M^{me} OUAR**, Chef du Département de l'exploitation et de la maintenance et on remercie également toute l'équipe de laboratoire, pour leur accueil.*

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de mes très vifs remerciements.

Dédicaces

Il est bien trop modeste comme travail

Mais c'est le fruit de tant d'effort

Tout au long de ce semestre,

Je le dédie :

Tout d'abord à mes chers parents :

LYNDA et KAMAL à qui je dois ma réussite,

*« Que DIEU les protège et leur accorde une longue vie pleine de
bonheur, santé et prospérité »*

*A mes très chers frères SID AHMED et NASSIM et sœur CELIA à qui je
souhaite un avenir radieux.*

*A ma grand-mère maternelle que j'adore et à qui je souhaite une
longue vie.*

A tous mes amis(es) particulièrement : LYNDA,

ANISSA, NASSIMA, SALEM et DJAMAL.

A mon promoteur Mr METAHRI et co-promotrice Mme BERROUANE.

A ma chère binôme FARIDA ET A TOUTE SA FAMILLES.

CELENA

Dédicaces

Il est bien trop modeste comme travail

Mais c'est le fruit de tant d'effort

Tout au long de ce semestre,

Je le dédie :

Tout d'abord à mes chers parents :

FARID ET HOURIA, Pour leurs sacrifices et leurs soutiens

« Que dieu les gardes en bonne santé »

A mes frères **MALIK, DJAMEL, SALIM** et notre petit **NAZIM**.

A mon très cher fiancé **MALIK** et ma future belle famille.

A mes chers grand parents **SAID ET TASSADIT** .

A tous mes oncles et tantes : **REZKI, DEHBIA, FATIMA, SADIA** et **OUIZA**.

A mes chers ami : **CHABHA, MELISSA, TINHINANE** et **FELLA**.

Une pensée à mes grands parents **AMMAR** et **fatma**.

A mon promoteur **Mr METAHRI** et co-promotrice **Mme BERROUANE**.

A ma chère binôme **CELENA ET TOUTE SA FAMILLES**.

FARIDA

Liste des abréviations

A : Arsenic.

Cd : Cadmium.

CE : Conductivité électrique.

CET : Centre d'Enfouissement Technique.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

EH : Equivalant habitant.

FTU : Formazine Turbidity Unit.

H : Hydrogène.

Hg : Mercure.

MES : Matières en suspension.

MM : Matières minérales.

MO : Matières Organiques

MS : Matières sèches.

MVS : Matières Volatiles Sèches.

NH₄: Ammonium.

Ni: Nickel.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

O₂ : Oxygène.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

Liste des abréviations

ONA : Office National d'Assainissement.

P : phosphore.

Pb : Plomb.

PH : Potentiel hydrogène.

PO₄³⁻ : Ortho-phosphate.

SO₂ : Dioxyde de soufre.

STEP: Station d'épuration.

T : température

UV : Ultraviolet.

V₃₀ : Test de décantation.

μS : Micro siemens.

Liste des figures

Figure(1) : Les prétraitements dans les STEP d'épuration

Figure (2): décanteur primaire

Figure(3) : disque biologique

Figure(4): lit bactérien

Figure(5) : schéma général du principe de l'épuration par boue activée

Figure(6) : lagunage naturel

Figure(7) : filtre planté vertical

Figure(8) : filtre planté horizontal

Figure(9) : vue géographique de la step Est du pont de bougie

Figure (10): dégrilleur grossier

Figure (11): dégrilleur fin

Figure(12) : la vise sans fin

Figure (13): benne de récupération

Figure(14) : dessaleur-dégraisseur

Figure(15): soufflante du by-pass

Figure(16): bassin d'aération

Figure (17): clarificateur (décanteur secondaire)

Figure(18): l'eau épurée

Figure (19): L'épaississeur

Figure (20): lits de séchage

Figure(21) : aire de stockage

Liste des tableaux

Tableau (1) : Différent types de pollution des eaux.

Tableau (2) : Relation entre la conductivité et la minéralisation.

Tableau (3) : Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/ DBO)

Le tableau (4) : résume les principales maladies d'origine hydrique.

Tableau (5). Principaux protozoaires et Helminthes retrouvées dans les eaux usées

Tableau (6) : normes de rejet de l'OMS, appliqué en Algérie

Tableau (7): avantages et inconvénients du disque biologique

Tableau (8) : avantages et inconvénients du lit bactérien

Tableau (9): caractéristique technique de la STEP

Tableau (10): les différents ouvrages des traitements

Tableau (11): caractéristique du bassin d'aération

Tableau (12): analyse physico-chimique de l'eau brute de la station Est Tizi-Ouzou.

Tableau (13): analyses physico-chimique de l'eau épurée de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou.

Tableau (14): récapitulatif des analyses physico-chimiques à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou.

Résumé

Notre travail s'inscrit sur la caractérisation et quantification des éléments nutritifs des eaux usées traitées de la STEP Est de Tizi-Ouzou au niveau de laboratoire d'analyse physico-chimique.

Les résultats d'analyses ont révélés que les eaux traitées présentent des caractéristiques satisfaisantes dans l'ensemble, avec un Ph neutre avec une moyenne de 7.30 et une température moyenne saisonnière de 17.4 °C.

Pour DBO, DCO, MES leurs moyenne sont respectivement de l'ordre de: 25 mg d'O₂/l, 42.84 mg d'O₂/l, 09 mg/l elles sont conformes aux normes de rejets.

Le rendement épuratoire sont de l'ordre 90% et voir plus pour l'ensemble des paramètres important a savoir :La DBO, La DCO, MES. Le suivi a révélé des performances épuratoires conséquentes sur une longue période.

Enfin, on conclue que les eaux traités produisent par la situation Est sont riche en éléments nutritifs et sont aptes à une réutilisation agricole.

Mots clés : épuration, rendement, eau.

Summary

Our work is registered on the characterization and quantification of the nutritive elements of treated waste water of the STEP in town of Tizi-Ouzou on the level of physicochemical laboratory.

Assay results have revealed that the treated water have satisfactory characteristics in all, a neutral Ph with an average of 7.30 and a seasonal average temperature of 17.4°C.

For BOD,COD,MES are respectively the average of about:25 mg d' O₂/l, 42.84 mg d' O₂ /l, 09mg/l they meet the discharge standards.

The purification yields are on the order 90% and see for all major parameters are: BOD,COD,MES .Monitoring revealed purifying therefore performance over a long period.

Lestly, concluded that water treated produces by the station east are rich in element nutritive and are suited to an agricultural re-use.

Keywords: purification, yield, water

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Première partie : Etude bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées	
.	
I.1.Généralités sur les eaux usées.....	3
I.1.1. Définition d'une eau usée.....	3
I.1.2.Origine des aux usées	3
I.1.2.1. Origine domestique.....	3
I.1.2.2. Origine industrielle.....	4
I.1.2.3. Origine agricole.....	4
I.1.3.4. Origine pluviale	4
I.1.3. Les différents types de pollution des eaux.....	4
I.1.4. Caractéristiques des eaux usées	5
I.1.4.1.Paramètres organoleptiques.....	5
I.1.4.1.1.couleur.....	5
I.1.4.1.2.odeur	6
I.1.4.2.Paramètres physico-chimiques.....	6
I.1.4.2.1.Température (T)	6
I.1.4.2.2.Potentiel hydrique (pH)	6
I.1.4.2.3.Conductivité électrique (CE)	6
I.1.4.2.4.Turbidité	7
I.1.4.2.5.Matières en suspension (MES)	7
I.1.4.2.6.Demande chimique en oxygène (DCO)	8
I.1.4.2.7.Demande biochimique en oxygène (DBO).....	8
I.1.4.2.8.Notion de la biodégradabilité K	8
I.1.4.2.9.Oxygène dissout	9
I.1.4.3.Paramètres de la pollution dissoute.....	10
I.1.4.3.1.Composés azotés.....	10
➤ Azote Ammoniacal (NH_4^+).....	10
➤ Nitrate (NO_3^-) et Nitrite (NO_2^-).....	10

SOMMAIRE

I.1.4.3.2.Composés phosphatés.....	10
I.1.4.3.3.Les métaux lourds	11
I.1.4.4.Paramètres micro-biologiques	11
I.1.4.4.1.Bactéries.....	12
I.1.4.4.2.Les virus	12
I.1.4.4.3.Les protozoaires.....	12
I.1.4.4.4.Les helminthes.....	13
I.1.5.Estimation des rejets des eaux usées	13
I.1.5.1.Notion d'équivalent habitant (EH).....	13
I.1.5.2.Les normes de rejet	14
I.1.6.Notion de réseau d'assainissement	14
I.1.6.1.Les différents types de réseau d'assainissement	14
I.1.7.Effet de rejet sur le milieu récepteur	15

Chapitre II: Les différents processus de traitement des eaux usées

Introduction.....	16
II.1 Les étapes de traitement des eaux usées.....	16
1.1.Prétraitement.....	16
1.1.1.Dégrillage.....	17
1.1.2.Dessablage.....	18
1.1.3.Dégraissage déshuilage.....	18
II.2. Le traitement primaire.....	18
II.3. Les traitements secondaires (épuration biologique).....	19
II.3.1. Les procédés intensifs.....	20
II.3.1.1. Procédés à culture fixe.....	20
II.3.1.1.1. Disque biologique.....	20
II.3.1.1.2. Lit bactérien.....	21
II.3.1.2. Procédés à culture libre.....	23
II.3.1.2.1. Les boues activées.....	23
II.3.2. Les procédés extensifs.....	24
II.3.2.1. Les cultures libres	24

SOMMAIRE

II.3.2.1.1. Le lagunage	24
II.3.2.2. Les cultures fixes	25
II.3.2.2.1. Infiltration-percolation.....	25
II.3.2.2.2. Les filtres plantés.....	25
II.4. Les traitement tertiaire.....	27
II.4.1. Elimination de l'azote et du phosphore.....	27
II.4.1.1. L'élimination de l'azote.....	27
II.4.1.2. L'élimination du phosphore.....	29
II.4.1.3. Elimination et traitement des odeurs.....	29
II.4.2. La désinfection	30
II.5. Traitement des boues résiduaire.....	31
II.2. Destination finale des boues.....	31
II.2.1. Valorisation agricole.....	31
II.2.2. Incinération.....	32
II.2.3. La méthanisation.....	32
II.2.4. Mise en décharge.....	32

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

introduction.....	33
I.1. Le rôle de l'O.N.A.....	33
I.2. Présentation général de la station	33
I.2.1. La situation géographique.....	34
I.2.2. Fiche technique de la station d'épuration	34
I.2.3. Composition de la station	35
I.3. Les étapes d'épuration des eaux usées.....	35
I.3.1. Les prétraitements.....	36
I.3.1.1. Dégrillage.....	36
I.3.1.1.1. Dégrillage grossier.....	36
I.3.1.1.2. Dégrillage fin	37

SOMMAIRE

I.3.1.2.Dessablage et dégraissage.....	37
I.3.1.2.1.Dessablage.....	37
I.3.1.2.2.Dégraissage-déshuilage.....	39
I.3.2.Traitement secondaire.....	40
I.3.2.1.Traitements biologiques.....	40
I.3.2.1.1.Bassin d'aération.....	40
I.3.2.1.2.Décanteur secondaire (clarificateur).....	42
I.4.Traitement des boues.....	43
I.4.1.La stabilisation.....	44
I.4.2.L'épaississement.....	44
I.4.3.La déshydratation.....	45

Chapitre II: Analyse et interprétation des résultats

Introduction

II.1Echantillonnage.....	47
II.1.1.Matériels utilisés.....	47
II.1.2.Produits utilisés.....	48
II.1.3.Méthodes.....	48
II.1.3.1.Manométrie.....	48
II.1.3.2.Spectrophotométrie.....	48
II.1.3.3.Electrométrie.....	48
II.2.Analyse des caractéristiques des eaux usées.....	48
II.2.1.Analyses quotidiennes.....	48
II.2.1.1.Mesure de matière en suspension par spectrophotométrie.....	48
II.2.1.2.Mesure de pH et de la température.....	49
II.2.1.3.Mesure de la conductivité.....	50
II.2.1.4.Mesure de la turbidité.....	51
II.2.2.Analyses complète.....	51
II.2.2.1.La demande biochimique en oxygène DBO ₅	51
II.2.2.2.La Demande chimique en oxygène (DCO).....	52

SOMMAIRE

II.2.2.3.L'azote ammoniacal (N-NH ₃)	53
II.2.2.4.Ortho-phosphates (PO ₄ ³⁻)	54
II.2.2.5. Nitrites NO ₂ ⁻	54
II.2.2.6.Nitrates NO ₃ ⁻	55
II.3.Analyse des caractéristiques des boues	55
II.3.1.Matières sèches MS.....	55
II.3.2.Teste de décantation V ₃₀	56
II.3.3.Les matières volatiles sèches MVS	57
II.4.Résultats expérimentaux	58
II.4.1.Pour la boue	58
II.4.2.Pour les eaux usées	58
II.4.3. Les analyses quotidiennes	58
II.5.Caractérisation physico-chimique des paramètres de pollution de l'eau de la station Est de la ville de Tizi-Ouzou.....	59
II.5.1.Paramètres physico-chimiques des eaux brutes.....	59
II.5.2.Paramètres physico-chimiques des eaux épurées	60
II.5.3.Rendements épuratoires de la STEP Est de Tizi-Ouzou.....	62
Conclusion générale.....	64
Références bibliographiques	

Introduction Générale

L'eau est indispensable à la vie de tous les êtres vivants. Elle est aussi indispensable à toute activité économique, industrielle, agricole ou autre. Bien que globalement le cycle de l'eau soit en équilibre, et que l'eau soit suffisante théoriquement pour les besoins de l'ensemble des habitants du globe, elle est répartie d'une manière inégale, où certaines régions souffrent d'excès d'eau et d'autres du déficit. Les changements climatiques et les activités anthropiques perturbent cet équilibre et aggravent la crise qualitative et quantitative de l'eau. L'agriculture irriguée constitue donc l'activité humaine qui consomme, la part la plus importante de l'eau (70%) .

Actuellement la situation en Algérie se caractérise par une demande en eau croissante, alors que les ressources hydriques se raréfient d'une manière permanente pour l'agriculture, faisant l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée. L'Algérie est classée parmi les pays les plus défavorisés en termes de potentialités hydriques. En effet, actuellement le seuil théorique de rareté fixé par la banque mondiale à 1 000 m³/habitant/an est loin d'être atteint avec une disponibilité moyenne de 500m³/habitant/an. Aussi, chacun a en mémoire les conséquences des années de sécheresse récentes et récurrentes et les mesures de rationnement de la consommation d'eau qui les ont accompagnées . Le recours aux nappes souterraines devient de plus en plus indispensable . Ce recours traditionnel à la nappe explique aussi, en partie, l'importance de l'irrigation gravitaire utilisée par 90 % des exploitations du périmètre . En revanche, la production des eaux usées s'accroît et leur réutilisation se présente comme une première réponse à cette situation de pénurie d'eau pour l'irrigation. L'approvisionnement adéquat en eau se trouve confronté à des problèmes croissants et de nouvelles approches, telles que le dessalement et la réutilisation d'eau usée, sont nécessaires. Ceci aidera à résoudre partiellement le problème de la pénurie de l'eau et à faire face au problème environnemental impérieux du rejet des eaux usées.

L'accroissement démographique est un autre facteur qui amplifie la pression sur la ressource. Cette augmentation de la population, conjointement avec une tendance vers un mode de vie plus urbain que rural, pose de nouveaux défis pour la satisfaction en priorité des besoins en eau potable qui grandissent sans cesse. Cette situation est plus critique dans plusieurs pays des régions arides et semi-arides où la pénurie d'eau est devenue un facteur limitant au développement et constitue un défi économique, social et politique important. La population dans ces pays augmente considérablement et le besoin en nourriture et en eau croît continuellement.

Traditionnellement, la solution consistait à mobiliser davantage de ressources pour satisfaire les besoins en eau potable et pour développer de nouveaux périmètres irrigués .

Il est donc normal de se tourner vers d'autres ressources en eau « non conventionnelles» pour faire face à l'accroissement de la demande en irrigation. L'agriculture, la plus grande consommatrice d'eau, doit céder une part aux autres (eau potable et industrielle). L'agriculture est aussi appelée à subvenir aux besoins de plus en plus croissants de cette population en

Introduction Générale

constante augmentation. Pour sortir de ce cercle vicieux, il est possible de rationaliser la ressource entre les différents usages. L'eau douce devrait donc servir à combler en priorité les besoins d'eau potable et industriels, qui ne peuvent s'accommoder que de cette eau, et par la suite l'irrigation. L'agriculture, grande consommatrice d'eau (70%), est le secteur à satisfaire et où une recherche de solutions alternatives est possible. Parmi celles-ci se trouvent:

Ce travail nous a permis de donner une description détaillée de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou et les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que les différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir les prétraitements, traitement biologiques et décantation et d'autre part, le traitement des boues, l'épaississeur et les lits de séchages.

La qualité de l'eau n'est pas une chose définitive, nous appartenons à la civilisation qui a le moins de respect pour la ressource hydrique et nous continuons à la polluer et à la contaminer.

Les conséquences de la pollution des eaux sont multiples, que ce soit directement sur l'homme ou indirectement sur les milieux récepteurs. Pour la réduction de ces conséquences une épuration des eaux résiduaires avant leur rejet dans le milieu récepteur est nécessaire car elle répond à deux préoccupations essentielles : préserver les ressources naturelles en eau ainsi que les objectifs de la qualité de l'environnement.

I.1. Généralité sur les eaux usées

I.1.1. Définition d'une eau usée

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit.

« Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance » (**Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989**).

I.1.2. Origines des eaux usées

Suivant l'origine de substances polluantes, on peut distinguer :

I.1.2.1. Origine domestique

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout à l'égout » (**Baumont et al, 2004**).

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

I.1.2.2. Origine industrielle

Concerne les rejets des usines et des activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.... (BAUMONT, 2005).

I.1.2.3. Origine agricole

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle utilise les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ionique ou moléculaire, 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 eaux des cours d'eau ou des retenues

(Metahri, 2012).

I.1.2.4. Origine pluviale

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les 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 d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique (METAHRI, 2012).

I.1.3. Différents types de pollution des eaux

Selon GROMAIRE (2005), la pollution de l'eau correspond à la présence de micro-organismes, de produits chimiques ou de déchets industriels. Cette pollution ou contamination touche les eaux de surface (océans, rivières, lacs) et les eaux souterraines. Elle entraîne une dégradation de la qualité de l'eau surtout celle destinée à la consommation, rendant son utilisation dangereuse, et perturbe le milieu aquatique en particulier la vie des poissons.

Les causes de la pollution se sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes. Le **tableau(1)** résume les différents types de pollution.

Tableau (1) : Différents types de pollution des eaux. (LEVEQUE *et al*, 1996 ; Ladjel, 2001)

Type de pollution		Exemple	Sources
Physique	Pollution thermique	Rejets d'eau chaude.	Centrales thermiques.
	Pollution radioactive	Exploitations nucléaires.	Installations nucléaires.
	Pollution agricole	Nitrates, phosphates.	Agriculture, lessives.
	Métaux lourds	Mercuré, zinc, plomb, manganèse...	Industrie, agriculture, combustion.
Chimique	Pesticides	Pesticides, fongicides.	Agriculture, industries.
	Hydrocarbures	Pétrole et dérivés.	Industrie pétrolière, pétrochimie.
Microbiologique		Bactéries, virus et champignons.	Rejets urbains.
Organique		Glucides, lipides, protides.	Effluents domestiques, agricoles, papeterie, agro-alimentaire.

I.1.4. Caractéristiques des eaux usées

I.1.4.1. Paramètres organoleptiques

I.1.4.1.1. Couleur

La couleur des eaux résiduaires est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de matières en suspension (MES), du fer ferrique précipitant à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes (BOTTA et BELLON, 2001).

I.1.4.1.2. Odeur

Les eaux usées se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution due à la présence de matière organique en décomposition (**BOTTA et BELLON, 2001**).

I.1.4.2. Paramètres physico-chimiques**I.1.4.2.1. Température (T)**

Il est primordial de connaître la température d'une eau, puisque elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination de pH. Ce paramètre physique permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables au bon fonctionnement du processus biologique (**BELOKDA, 2009**).

I.1.4.2.2. Potentiel hydrique (pH)

Il représente le degré d'acidité (concentration en ions d'hydrogène H^+) ou d'alcalinité du milieu aquatique. C'est un paramètre important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans ces phénomènes avec d'autres paramètres comme l'alcalinité, la température (**DJERMAKOYE, 2005**).

Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement normal de la faune et de la flore. Des pH faibles (eau acide) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent la concentration d'ammoniac toxique pour les poissons (**IBNG, 2005**).

I.1.4.2.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Sa mesure permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau (**REJSEK, 2002**). Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre et les résultats obtenus sont exprimés en $\mu s/cm$.

Elle fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous (**Satin. M ; Selmi B, 2006**). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de $2500 \mu s/cm$ la prolifération de micro-organismes peut être réduite, affectant ainsi le rendement épuratoire de l'eau.

Le tableau ci-dessous nous renseigne sur la minéralisation de l'eau en fonction de la conductivité [ONA].

Tableau (2) : Relation entre la conductivité et la minéralisation.

Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	Appréciation
Conductivité $< 100\mu\text{S/cm}$	Minéralisation très faible
$100\mu\text{S/cm} < \text{conductivité} < 200\mu\text{S/cm}$	Minéralisation faible
$200\mu\text{S/cm} < \text{conductivité} < 333\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
$333\mu\text{S/cm} < \text{conductivité} < 666\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne
$666\mu\text{S/cm} < \text{conductivité} < 1000\mu\text{S/cm}$	Minéralisation important
Conductivité $> 1000\mu\text{S/cm}$	Minéralisation excessive

I.1.4.2.4. Turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. **(Metahri, M, 2012).**

I.1.4.2.5. Matières en suspension (MES)

On désigne par matières en suspension (MES) tous les éléments présents dans une eau et qui ne se solubilisent pas dans celle-ci. Elles incluent les :

- Matières minérales (sables, limons, argile).
- Matières organiques (plancton, débris des micro-organismes).

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

La qualité des matières en suspension varie selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces MES affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et par la suite la photosynthèse ; elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Elles peuvent aussi accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques) **(LADJEL, 1999).**

I.1.4.2.6. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique (effectuée à l'aide d'un oxydant puissant) des composés organiques présents dans l'eau. Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales, y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (M. DJERMAKOYE, 2005).

I.1.4.2.7. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène (DBO) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou totalement les matières biochimiques oxydables dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (M. DJERMAKOYE, 2005). Les conditions communément utilisées sont de 5 jours (on ne peut avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air : on parle alors de la DBO₅ (BONTOUX, 1993). Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée. Plus la DBO₅ est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon

I.1.4.2.8. Notion de la biodégradabilité (K)

La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée par les micro-organismes (bactéries, champignons...). Le rapport (DCO/DBO₅) exprime le degré de biodégradabilité de l'eau usée et nous renseigne donc sur le type de traitement à adopter.

Tableau (3) : Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/ DBO₅) (GAiD, 1984).

Rapport DCO/DBO	Mode de traitement
$1 < \text{DCO}/\text{DBO}_5 < 2$	Les matières oxydables sont Fortement biodégradables ↔ Traitement biologique (Concerne un effluent urbain)
$2 < \text{DCO} / \text{DBO}_5 < 3$	Les matières oxydables sont peut biodégradables ↔ Traitement biologique avec adaptation de la couche microbienne
$\text{DCO} / \text{DBO}_5 > 3$	Les matières oxydables sont non biodégradables ↔ Traitement physico-chimique (Concerne un effluent industriel).

Lorsque des composés toxiques sont présents, l'activité biologique est ralentie et, de ce fait la quantité d'oxygène consommée après 5 jours est moindre, Ceci se traduit par un rapport DCO/DBO₅ très élevé.

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

$$\text{MO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO})/3.$$

I.1.4.2.9. Oxygène dissout

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'OD varie de manière journalière et saisonnière car il dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Il est fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique dans l'eau (IBNG, 2005).

I.1.4.3. Paramètres de la pollution dissoute

I.1.4.3.1. Composés azotés

L'azote est un élément essentiel des structures vivantes. Il existe dans l'eau sous trois formes essentielles selon le degré d'oxydation : nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-) et ammonium (NH_4^+). Ce sont les formes d'azote utilisables par le phytoplancton (**COPIN-MONTEGUT, 1996**).

➤ **Azote ammoniacal (NH_4^+)**

L'azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composées organiques azotés, il est utilisé par les phytoplanctons comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes. L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac (NH_3^+) et l'ammonium (NH_4^+), dont les proportions relatives dépendent du pH et la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal (**AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983**). En milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit à une consommation d'oxygène (**GAUJOUS, 1995**).

➤ **Nitrate (NO_3^-) et Nitrite (NO_2^-)**

Les nitrites et les nitrates sont des composés intermédiaires du processus de nitrification. Ils sont associés du fait que la transformation de l'un en l'autre s'opère par des bactéries « nitrobacters » du sol et de l'eau. Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique sous l'action de bactéries nitrifiantes et les nitrites de l'oxydation incomplète sous l'action des Nitrosomonas (**AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983**).

I.1.4.3.2. Composés phosphatés

Dans les rejets d'eaux résiduaires, le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (ortho phosphates (PO_4^{3-}), poly phosphates), mais aussi sous forme de composés organiques solubilisés ou à l'état de matières en suspension (**FABY et BRISSAUD, 1997**).

Lors de la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés, sont progressivement transformés en phosphate soluble (**TIDANINI et AMDOUN, 2003**).

I.1.4.3.3. Les métaux lourds

Les métaux lourds qu'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants sont le fer, le zinc, le cuivre, le plomb, le manganèse, l'aluminium, le chrome, l'arsenic, le sélénium, le mercure, le cadmium, le molybdène, le nickel, etc....ils sont présents à l'état de traces.

Ils proviennent des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas d'un réseau unitaire, des activités de service (santé, automobile) et éventuellement de rejets industriels (**CAUCHI et al, 1996**).

Les éléments cités dans la littérature comme étant les plus dangereux sont le plomb (Pb), l'arsenic (As), le mercure (Hg), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni) (**VILAGINES, 2003**).

I.1.4.4. Les paramètres microbiologiques

Les micro-organismes comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales ;

On distingue alors la flore entérique (intestinale) normale et les micro-organismes pathogènes.

Ils ont des effets divers sur la santé : ils sont la cause d'infections bénignes (gastro-entérite par exemple) comme de maladies mortelles (choléra) Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes secretés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes (**Jean-Antonie Faby, 1997**).

Les espèces sont nombreuses (Salmonella, Shigella..) de leur recherche est souvent complexe et laborieuse.

Les micro-organismes pathogènes véhiculés par l'eau étant pour la plupart d'origine fécale il est donc suggéré de retenir comme principe de contrôler la recherche de certaines

espèces ou groupe de bactéries comme témoins indicateurs de contamination ou pollution fécale.

Ces germes tests sont des bactéries commensales qui sont naturellement présentes dans les intestins des hommes et des animaux à sang chaud, et secrétées régulièrement en abondance dans les matières fécales (**Degremont Suez, 2005**).

I.1.4.4.1. Les bactéries

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

-**Les coliformes totaux** : sont des bactéries utilisées comme indicateur de la qualité microbiologique de l'eau. Leur présence en excès dans l'eau, soit 10 coliformes par 100 ml et plus, annonce une contamination de l'eau potable.

-**Les coliformes fécaux** : sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux. Leur présence dans l'eau peut avoir des conséquences graves sur la santé.

I.1.4.4.2. Les virus

Les virus sont des agents pathogènes extrêmement petits et qui ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante. Lorsqu'une telle cellule a été attaquée par un virus, elle se transforme dans sa totalité en un amas granuleux de nouveaux virus prêts à infecter de nouvelles cellules (**Degremont, 2005**).

Leur concentration dans les eaux usées urbaines est comprise entre 10^3 et 4 particules par litre. (**Jean-Antonie Faby, 1997**).

I.1.4.4.3. Les protozoaires

Sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de

résistance, appelée kyste qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires. Ces parasites sont très persistants. Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voir même plusieurs années (**CAMPOS, 2008**) et peuvent résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées (**BAUMONT *et al*, 2005**).

I.1.4.4. Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites rencontrés dans les eaux résiduaires. (**FABY et BRISSAUD, 1997**).

La persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel (**CAMPOS, 2008**).

I.1.5. Estimation des rejets des eaux usées :

Les statistiques sur l'épuration des eaux usées et les systèmes d'égouts nous informent quant à la proportion de la population qui est raccordée aux systèmes d'égouts et aux stations d'épuration des eaux usées. (**HARP-NUT, 2004**).

I.1.5.1. Notion d'équivalent habitant (EH)

Selon la CIEAE, la pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- 70 à 90 g de matière en suspension (MES) ;
- 60 à 70 g de matière organique (MO) ;
- 15 à 60 g de matière azotée (N) ;
- 4g de phosphore (P).
- Plusieurs milliards de germes pour 100ml.

Pour estimer une pollution en vue de dimensionner un système d'épuration il faut disposer d'une unité, dans la pratique on prend comme unité de pollution l'équivalent habitant.

I.1.5.2. Les normes de rejet

On entend par normes de rejet, les valeurs admissibles des paramètres de pollution qui réglementent le rejet des effluents dans le milieu naturel.

Conformément aux recommandations de l’organisation mondiale de la santé (OMS) les normes de rejet des eaux usées en Algérie sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau (6) : normes de rejet de l’OMS, appliqué en Algérie

Paramètres	unités	normes
Température	C°	30
pH	-	6,5 à 8,5
O2	Mg/l	5
DBO5	Mg/l	30
DCO	Mg/l	90
MES	Mg/l	30
Zinc	Mg/l	2
Chrome	Mg/l	0,1
Azote total	Mg/l	10
Phosphores	Mg/l	2
Hydrocarbures	Mg/l	10
Détergent	Mg/l	1
Huiles et graisses	Mg/l	20

I.1.6. Notion de réseau d’assainissement

Le réseau d’assainissement à pour objet la collecte des eaux usées et pluviales en vue d’une protection d’un milieu naturel.

Il constitue en équipement public essentiel. Il doit être parfaitement étanche même en cas de mouvements de terrain. Il assure l’écoulement rapide des eaux usées ou des eaux pluviales et doit avoir un degré élevé de durabilité.

I.1.6.1. Les différents types de réseau d’assainissement

Il existe différents systèmes d’évacuation et d’assainissement des eaux usées, on distingue :

- **Le système unitaire**

Le réseau unitaire ou « tout à l'égout » collecte dans les mêmes canalisations les eaux usées et les eaux pluviales. Il est les eaux pluviales. Il est dimensionné pour supporter les variations importantes de débits lors des pluies. Il cumule les avantages de l'économie (un seul réseau à construire et à gérer) et de la simplicité (pas d'erreur de branchement) (ACHLEINTER et AL, 2007).

➤ **Le système séparatif**

Consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux-vannes et eaux ménagères) et de certains effluents industriels, alors que l'évacuation des eaux météorologiques est assurée par un autre réseau. Comme avantage, il évite le risque de débordement d'eaux usées dans le milieu naturel lorsqu'il pleut, permet de mieux maîtriser le flux et la concentration en pollution. Par ailleurs, il permet de mieux adapter la capacité des stations d'épurations (ACHELEINTER et Al, 2007).

➤ **Le réseau pseudo-séparatif**

Le système pseudo-séparatif n'est actuellement plus préconisé dans la conception d'un nouvel équipement : c'est un système dans lequel les apports d'eaux pluviales sont divisés en deux parties :

- L'une provenant uniquement des surfaces de voiries, et qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueduc, fossés avec évacuation directes dans la nature).
- L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques.

I.1.7. Effet des rejets sur le milieu récepteur

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

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

L'eau est utilisée en grandes quantité pour entraîner toutes les souillures tant domestiques qu'industrielles, résultants de l'activité humaine.

Comme elle prend un aspect désagréable, qu'elle dégage de mauvaises odeurs et qu'elle peut véhiculer des germes pathogènes qui sont à l'origine de nombreuses maladies plus en moins mortelles, il faut s'en débarrasser.

Par conséquent, elle devrait être dirigée vers les stations d'épuration où elle subira une chaîne de traitement permettant d'éliminer les substances néfastes et qui devront être évacuées de façon satisfaisante pour l'environnement.

II.1. Les étapes du traitement des eaux usées

Les eaux usées des agglomérations peuvent être traitées par divers procédés qui reposent sur des phénomènes physiques, chimiques et biologiques, à des degrés d'épuration et à des coûts variables selon le niveau de qualité exigé par le milieu récepteur.

Le processus d'épuration des eaux usées comprend plusieurs étapes :

- ✓ Les prétraitements et traitement primaire ;
- ✓ Le traitement secondaire ;
- ✓ Le traitement tertiaire ;
- ✓ Le traitement des boues résiduelles.

II.1.1. Les prétraitements

Les eaux usées véhiculent des matières en suspension très hétérogènes et souvent volumineuses.

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage). Ce sont de simples étapes de séparation physique. Ils ont un rôle déterminant sur les conditions de fonctionnement de la station d'épuration et se composent de : **(figure 1)**

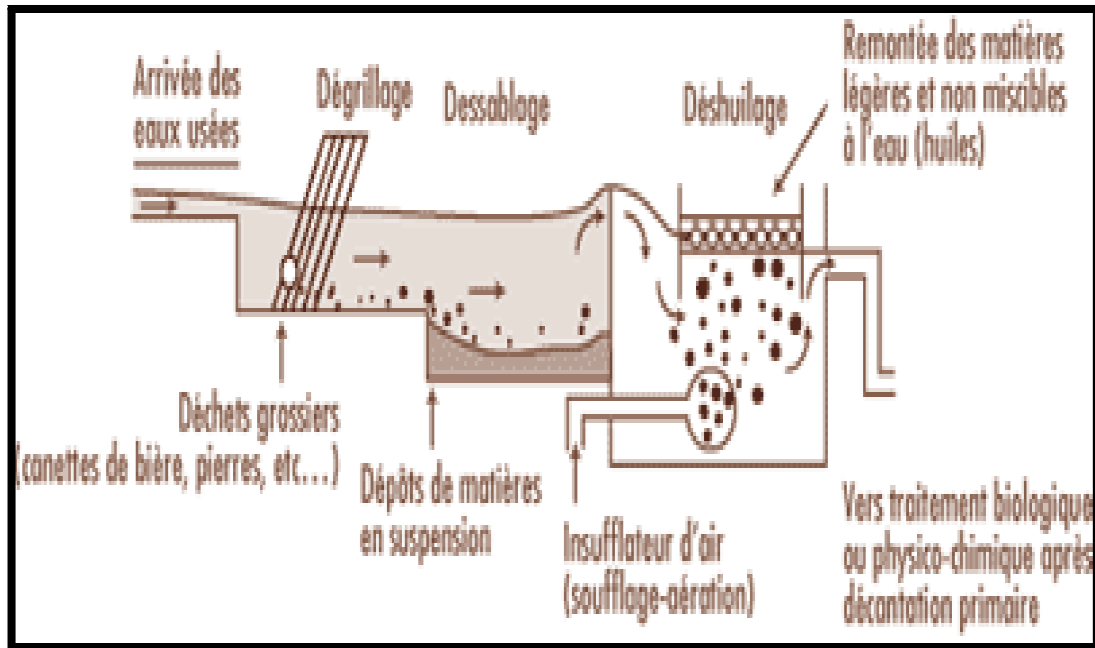


Figure 1: Les prétraitements dans les stations d'épuration

II.1.1.1. Le dégrillage

Consiste à faire passer de l'eau à travers des barreaux plus ou moins espacés. Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement et on obtient :

- ✓ Des grilles grossières : qui ont un espacement entre les barreaux allant de 30 à 100mm.
- ✓ Des grilles moyennes : de 10 à 30 mm.
- ✓ Des grilles fines : présentant des ouvertures de moins de 10mm.

Le dégrillage a pour effet d'arrêter, d'extraire les corps en suspension dans l'effluent et de retenir les objets les plus volumineux afin de protéger les équipements de la station contre les obstructions (VALIRON, 1989)

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale.

II.1.1.2. Le dessablage

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

Cette opération concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 μm . (METAHRI ;2012).

II.1.1.3. Le dégraissage-déshuilage

visé à éliminer la présence de graisses dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis éliminées (mise en décharge ou incinération).

(MEKHALIF ;2009)

II.2. Le traitement primaire

Le traitement primaire ou la décantation primaire (**figure 2**) est une opération qui permet d'éliminer les matières en suspension par simple décantation et les matières colloïdales par introduction d'agent chimiques (adjuvants ou réactifs coagulants).

(ALLAOUI.2009)

Ce traitement permet d'éliminer 65% de la DBO et 60% de la DCO. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues « primaires ». Cette dernière est récupérée au moyen de système de raclage.

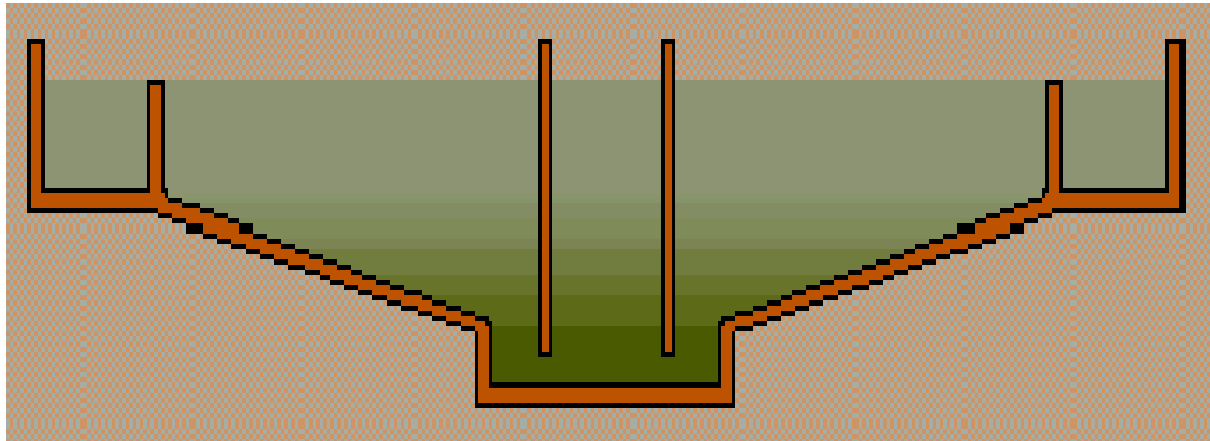


Figure 2 : décanteur primaire

II.3. Les traitements secondaires (épuration biologique)

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques a pour but d'intensifier et reproduire des phénomènes d'autoépuration naturel des cours d'eau, rivières...etc. visant à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. **(METAHRI.2012)**

Le principe du traitement consiste à mettre en contact une biomasse composée de bactéries aérobies (c'est à dire se développant en présence d'oxygène), des substances nutritives (substances organiques présentes dans les eaux et constituant la pollution) et de l'air. **(BENYOUB ;2014)**

Les bactéries en présence d'air se nourrissent des substances organiques et se reproduisent par scissiparité (scission en deux parties égales de la bactérie) qui vont s'agglomérer en incorporant également une partie des matières en suspension. Les matières organiques solubles sont ainsi transformées en flocons, particules de grosse taille plus facilement décantables.

Les principaux procédés biologiques utilisés sont les procédés extensifs et les procédés intensifs. **(ALLAOUI ;2009).**

II.3.1. Les procédés intensifs

Les procédés intensifs sont les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines. Ils regroupent toute la série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes.

Le principe de ces procédés est la localisation sur des surfaces réduites et l'intensification des phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

II.3.1.1. Procédés à culture fixe

Se dit de cultures bactériennes où les micro-organismes (flore bactérienne) colonisent la surface d'un solide sous forme de lit bactérien (filtre biologique).

II.3.1.1.1. Disque biologique

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent.

Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées. (METAHRI ;2012).

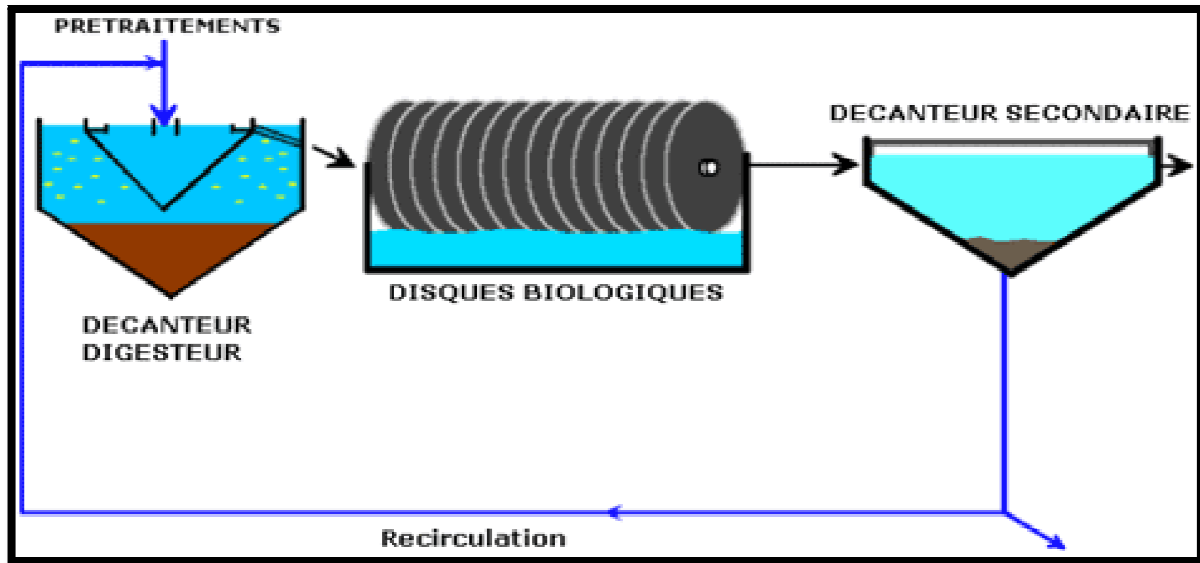


Figure 3: disque biologique (ALLAOUI.2009)

Ce système d'épuration possède des avantages et inconvénients (**tableau1**)

Tableau(7): avantage et inconvénients du disque biologique(ALLAOUI.2009)

Avantages	Inconvénients
bonne décantation des boues	Performances faible
Adaptés pour les petites collectivités	Cout d'investissement important
Faible consommation d'énergie	Grande sensibilité aux variations de température

II.3.1.1.2. Lit bactérien

Ce procédé consiste à alimenter en eau, préalablement décantée, un ouvrage contenant une masse de matériaux (pouzzolane, roche poreuse d'origine volcanique) servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assimilation de la pollution (**voir figure 4**).

A la sortie du lit bactérien se trouve un mélange d'eau traitée et de bio film. Ce dernier sera piégé dans le décanteur sous forme de boue et l'eau traitée rejoint le milieu naturel. La recirculation de la boue vers le décanteur digesteur est essentielle.(ALLAOUI; 2009).

Les rendements d'épuration sur lit bactérien peuvent atteindre 85 à 95%. Par ailleurs, ce procédé génère de la boue fermentescibles et des nuisances olfactives.(MENACEUR ;2013).

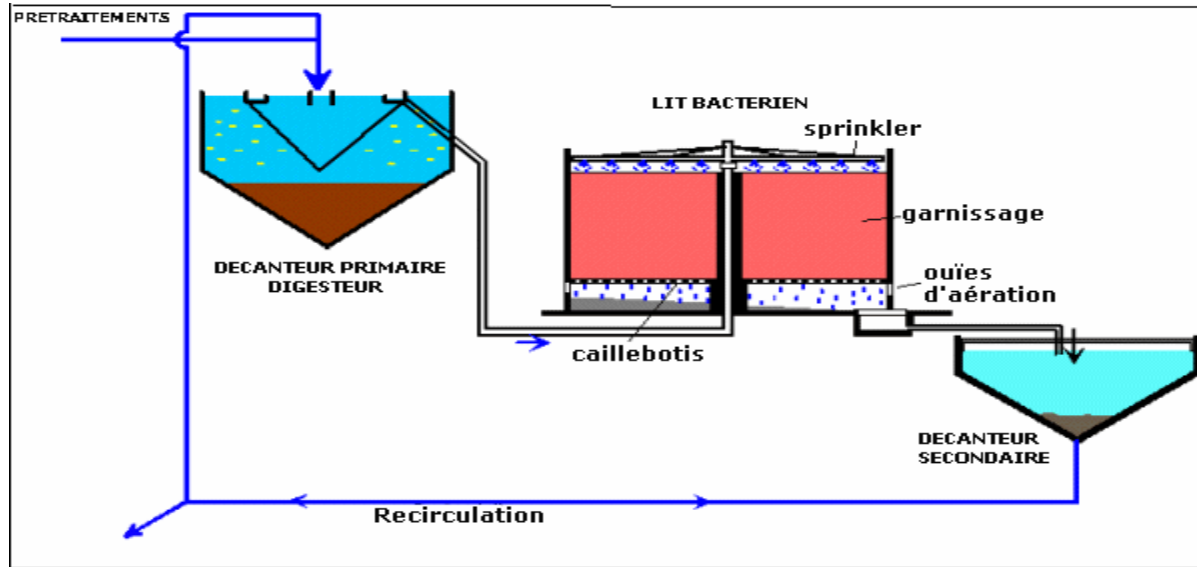


Figure 4:lit bactérien(AERM.2007)

Comme les disques biologiques, Les lits bactériens présentent eux aussi de nombreux avantages et inconvénients (tableau2)

Tableau(8) : Avantages et inconvénient du lit bactérien.(ALLAOUI.2009).

Avantages	Inconvénients
Fonctionnement simple	Nécessité de prétraitement
Faible consommation d'énergie	Cout d'investissement assez élevé
Bonne décantabilité des boues	Sensibilité au colmatage et au froid

II.3.1.2. Procédés à culture libre

Se dit de cultures bactériennes où la biomasse épuratrice sous forme de floccs est maintenue en suspension dans l'effluent d'eau usée à traiter. On distingue :

II.3.1.2.1. Les boues activées

Ce traitement a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes) contenues dans une eau usée par l'action de micro-organismes, essentiellement des bactéries, en présence d'oxygène dissous. De plus, il peut transformer l'azote ammoniacal et organique en nitrites.(ACHAT ;2001).

Le procédé consiste à alimenter un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) avec l'eau à épurer (effluent préalablement prétraité voir décanté). Une culture bactérienne, dispersée sous forme de flocons (boues activées) se développe et forme avec l'eau usée une liqueur mixte (**figure5**).

Après un temps de contact suffisant, permettant la fixation et l'assimilation de matières organiques, cette liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur où s'effectue la séparation de l'eau épurée et de boues.

La boue décantées est réintroduite en partie dans le bassin d'aération pour maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrices. La boue est évacuée du système vers le traitement de la boue.

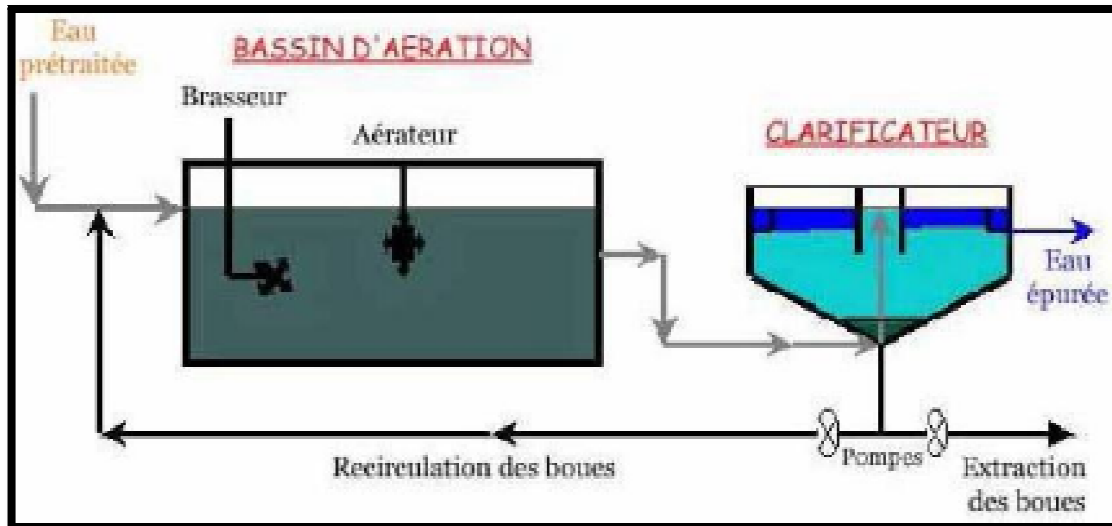


Figure 5:Schéma général de principe de l'épuration par boues activées(MEMENTO.2005)

II.3.2. Les procédés extensifs

Les techniques extensives sont des procédés qui permettent l'épuration à l'aide des cultures fixées sur support fin ou encore à l'aide des cultures libres. L'oxygène est apporté soit par les échanges avec l'atmosphère au niveau de plan d'eau, soit par l'activité des micro-algues de surface, excepté pour le lagunage aéré pour lequel un apport d'énergie est nécessaire pour alimenter les aérateurs ou le matériel d'insufflation d'air.

II.3.2.1. Les cultures libres

II.3.2.1.1. Le lagunage

Le lagunage consiste à faire séjourner les eaux usées dans plusieurs bassins successifs, de grandes taille, peu profonds et étanches (trois en général).(MENACEUR ;2013).

L'élimination de la pollution organique et, en partie, des germes infectieux est obtenue par des organismes vivants, l'oxygénation provient directement des échanges d'air et de la photosynthèse.

Le lagunage peut être utilisé en finition en aval d'une station d'épuration essentiellement pour obtenir un abattement des germes infectieux.

On peut procéder selon la qualité de l'effluent et d'autres conditions techniques, à de différents types de lagunage :

- ✓ lagunage naturel (**figure6**)
- ✓ lagunage anaérobie
- ✓ lagunage aéré.

II.3.2.2. Les culture fixe

II.3.2.2.1. Infiltration-percolation

La filtration percolation consiste à traiter l'eau par l'intermédiaire du sol où d'un massif filtrant (**Vasel, 2007**).

Les techniques de filtration/percolation permettent l'élimination des « gros » micro-organismes (protozoaire et helminthes) par filtration/adsorption au début du massif filtrant. L'élimination des virus et des bactéries et en fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation et de l'épaisseur du massif filtrant (**Faby, 1997**).

II.3.2.2.2. Les filtres plantés

Les filtres plantés se classent parmi les filières de traitement biologique à culture fixées sur supports fins. Rapportés et alimentés à l'air libre.

Le principe consiste à faire passer les eaux usées à travers un massif granulaire planté de végétaux. Les racines des végétaux permettent une bonne circulation des fluides et ils supportent comme le massif granulaire, les micro-organismes épurateurs. Des cycles d'alimentation suivis de cycles de repos permettent la minéralisation de la matière organique entrante.

Deux stratégies sont appliquées. Les flux verticaux et les flux horizontaux.

Dans les flux verticaux , l'effluent est apporté par bâchées qui couvrent toute la surface et descendent dans le massif filtrant. En passant, il entraîne un renouvellement de l'air dans le massif qui permettra les réactions de nitrification.

Les cycles d'alimentation permettent l'élimination de la pollution organique et les cycles de repos permettent la minéralisation de la biomasse formée précédemment.

Dans les flux horizontaux , on met en œuvre une circulation horizontale de l'effluent prétraité qui reste au dessous du niveau de lit granulaire. La plupart du temps l'alimentation s'effectue en continu car la charge organique apportée est faible. Pendant son passage à travers le massif l'eau est traitée.

L'évacuation se fait par un drain placé à l'extrémité opposée du lit, au fond et enterrée dans une tranchée de pierres drainante. (MENACEUR ;2013).

II.4. Les traitements tertiaires

Appelés aussi les traitements complémentaires qui constituent un complément d'épuration des eaux usées pour les adapter à l'usage que l'on veut en faire. Ils visent l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisant pour arriver au bout de ces polluants.(METAHRI ;2012).

Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau .Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige.(MEKHALIF ;2009).

On y distingue généralement les opérations suivantes :

- ✓ Elimination de l'azote et du phosphore
- ✓ La désinfection bactériologique et virologique

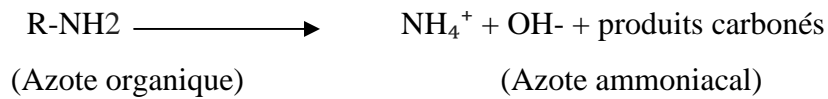
II.4.1. Elimination de l'azote et du phosphore

II.4.1.1. L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration prévues pour éliminer les matières carbonées n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place. (MENACEUR ;2013).

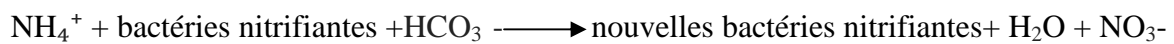
L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de « nitrification-dénitrification » ou par échange d'ions.

L'azote organique (NH₂) se transforme dans les eaux usées en azote ammoniacal (NH₄⁺).



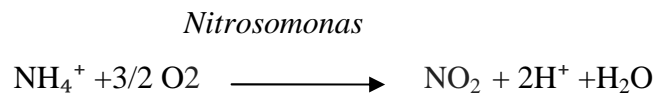
L'élimination de l'azote ammoniacal est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification".

La nitrification consiste en une transformation, par des cultures bactériennes, de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) en nitrates (NO₃⁻), une forme oxydée de l'azote.

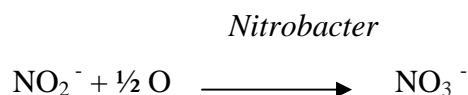


Cette réaction s'effectue en deux étapes successives correspondant à deux microflores spécialisées :

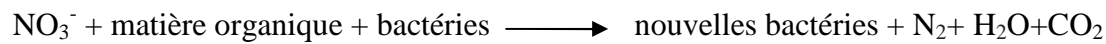
- **La nitrification :** Dans cette étape, des bactéries nitreuses du genre *Nitrosomonas* oxydent l'ammonium en nitrites, selon l'équation :



- **La nitrification :** Est le fait des bactéries nitriques du genre *Nitrobacter* oxydent les nitrites en nitrates, selon la réaction simplifiée suivante :



La dénitrification, complète le processus. Les nitrates, sous l'action de bactéries "dénitrifiantes", sont transformés en azote gazeux. Ce gaz s'échappe alors dans l'atmosphère comme le CO₂ produit par l'élimination des matières carbonées.



Les procédés physiques et physico-chimiques d'élimination de l'azote (électrodialyse, résines échangeuses d'ions) ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût.

II.4.1.2. L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. (BENYOUB.A. et EL-MAGROUD.F.Z ; 2014)

En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes et leur rendement variable. Le rendement moyen est d'environ 60 %. Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis.

II.4.1.3. Elimination et traitement des odeurs

La dépollution des eaux usées produit des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains des stations d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de relevage et de prétraitement.

Le seuil de tolérance de ces nuisances olfactives est subjectif et aucune norme en matière d'émissions malodorantes n'existe. Cependant, les exploitants de stations d'épuration cherchent à limiter les odeurs dégagées par les traitements.

La conception des stations est le premier élément permettant de limiter l'émission d'odeurs dans le voisinage. Il faut par exemple veiller à réduire les surfaces d'échange entre l'air et les eaux usées.

Ainsi, les ouvrages les plus odorants sont souvent regroupés pour concentrer l'émission d'effluves nauséabonds. Leur couverture est aussi une manière d'atténuer les émissions malodorantes.

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place au sein des stations d'épuration. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et / ou de l'eau de javel, réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs.

La désodorisation biologique consiste à faire passer l'air au travers d'un matériau poreux sur lequel on développe un biofilm, de façon analogue aux biofiltres utilisés pour le traitement de l'eau.

II.4.2. La désinfection

Les traitements primaires et secondaires ne détruisent pas complètement les germes présents dans les rejets domestiques. Des procédés d'élimination supplémentaires sont donc employés lorsque les eaux traitées sont rejetées en zone de baignade, de pisciculture ou d'élevage de coquillages. L'éventail des techniques de désinfection est assez large.

Un réactif désinfectant peut être ajouté aux eaux traitées, avant leur rejet dans le milieu naturel.

Le chlore est le désinfectant le plus courant car c'est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec les molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes.

Mais la désinfection peut également s'effectuer avec l'ozone qui permet l'élimination des bactéries, virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus.

Les ultraviolets (UV) sont de plus en plus utilisés, depuis quelques années, pour désinfecter les eaux usées urbaines. Assurant un bon rendement de désinfection, les UV nécessitent un investissement important, mais présentent l'avantage de ne pas entraîner l'apparition de sous produits de désinfection.

II.5. Traitement des boues résiduaires

Les boues extraites du décanteur ont une teneur en eau voisine de 99 %. En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement et d'un conditionnement ayant comme objectif d'empêcher la putréfaction et d'en réduire le volume (en éliminant l'eau). (MENACEUR.R et SAIDJ.K ; 2013)

Le traitement retenu dépend de la nature des boues et surtout de leur destination finale, il comprend une ou plusieurs étapes dont les principales sont :

- ✓ Epaissement
- ✓ Stabilisation
- ✓ Déshydratation
- ✓ séchage

II.2. Destination finale des boues

II.2.1. Valorisation agricole

Une valorisation agricole satisfaisante et durable doit s'appuyer sur une parfaite connaissance des boues et des sols et recherche la meilleure adéquation entre le produit offert et les besoins de l'agriculteur.

Il est difficile de prévoir l'avenir de la valorisation agricole. Elle est parfois jugée menacée par le durcissement des normes sur la qualité des boues ou tout simplement par la désaffection des agriculteurs. Bien que coûteuse, l'incinération est alors l'autre solution possible.

II.2.2. Incinération

Il s'agit de transformer des constituants organiques des boues, en produits stables tels que : CO_2 , NO_2 , SO_2 ...etc, et également de vaporiser l'eau que les boues contiennent. L'incinération des boues conduit nécessairement à un résidu de cendre inerte ne contenant que des matières minérales.

La combustion des boues a lieu en présence de l'oxygène et à une température de l'ordre de 700°C.

II.2.3. La méthanisation

C'est un processus biologique anaérobie conduisant à la production de gaz carbonique et de méthane.

II.2.4. Mise en décharge

La mise en décharge est considérée comme le dernier recours en matière d'évacuation des boues. Elle n'est appliquée que si une valorisation est impossible.

L'office National de L'Assainissement (ONA), créé par décret N° 01- 102 du 21 Avril 2001, est un établissement public national, à caractère industriel et commercial (EPIC) exerçant son activité sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau.(BELKSIR ;2013).

L'ONA s'est engagée dans une démarche de management de L'environnement selon la norme ISO 14001 version 2004. Où elle est certifiée pour la première fois en 2007.

Cette distinction demeure la première à l'échelle nationale et Africaine dans le domaine de la gestion et de l'exploitation des systèmes d'assainissement.

I.1. Le rôle de l'ONA

Chargé de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et infrastructures d'assainissement, L'ONA assure :

- ✓ La protection et la sauvegarde des ressources et de l'environnement hydrique.
- ✓ La lutte contre les sources de pollution hydrique.
- ✓ La préservation de la santé publique.

L'ONA assure également pour le compte de l'état, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation, de réhabilitation, de diagnostics de station d'épuration, de réseaux d'assainissement ainsi que des stations de relevage.

.(BELKSIR ;2013).

Elle a pour but l'épuration des effluents de la partie EST de la ville de Tizi-Ouzou, pour lequel la pollution soit limitée à un degré plus bas, selon le procédé « boues activées ». Pour un volume journalier théorique de 18000m^3 /jour, et une capacité de 120000EH.

I.2. Présentation de la station d'épuration EST de Tizi-Ouzou

La station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou d'une capacité de 120 000 équivalents habitants a été conçue au début des années 90 et a été mise en marche en 2000 pour épurer les eaux usées urbaines afin de protéger le milieu récepteur, en l'occurrence l'Oued Sebaou.(OUKACI ;2015)

I.2.1. La situation géographique :

Elle est située à l'endroit du pont de bougie à 3 Km à l'Est de la ville de T.O.

Le terrain de la station occupe une partie de la berge de L'oued Sebaou présentant une pente d'orientation Nord-Sud, l'altitude moyenne de site est de 70m (**figure9**)



Figure 9: vue géographique de la STEP Est du pont de bougie

I.2.2. Fiche technique de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou:

Les caractéristiques techniques de la STEP Est de Tizi-Ouzou pour les eaux brute sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau(9) :Caractéristique techniques de STEP (ONA, 2013)

Designation	Valeurs
Type de réseau	Unitaire
Nature des brutes	Domestiques
Population raccordée	120 000 EH
Charge hydraulique	
Débit journalier en temps sec	18 000m ³ /j
Débit moyen journalier	750m ³ /h
Débit de pointe en temps sec	1260m ³ /h
Débit de pointe en temps de pluie	2250 m ³ /h
Charge polluante DBO₅	
Flux journalier	6500Kg/j
Concentration moyenne	360Kg/j
MES	
Flux journalier	8400Kg/j
Concentration moyenne	466mg/l
PH	6 à 8.5
Température	< à 25°C

I.2.3. Composition de la station

La station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou est composé de plusieurs ouvrages illustrées dans le tableau ci-dessus :

Tableau(10) : Les différents ouvrages de traitements (**MENACEUR; 2013**)

Les different traitement	Nom de l'ouvrage	Nombre
Prétraitement	*dégrilleur -dégrillage grossier (manuel) -dégrillage fin (mécanisé et manuel)	1
	Dessableur-déshuileur	
Traitement secondaire	Bassin d'aération	2
Clarification	Décanteur racleur	2
Stabilisation	Bassin de stabilisation	2
Déshydratation	Lit de séchage	20

I.3. Les étapes d'épuration des eaux usées

La STEP fonctionne selon le procédé d'épuration à boue activées et a moyenne charge, les eaux traitées par la STEP sont les eaux domestique de la ville et du centre ville de Tizi-Ouzou qui sont collectées dans des réseaux et acheminées vers l'usine. Avant l'arrivée dans la station d'épuration, il faut souvent relever l'effluent jusqu'au niveau de l'usine à l'aide d'une pompe (**Poste de relevage**). A l'entrée de la station, les eaux usées sont comptées de manière à quantifier la pollution quotidienne.

I.3.1. Les prétraitements

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers susceptibles de gêner ou compromettre les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux, sables et corps gras.

Il comporte deux étapes essentielles : le dégrillage, dessablage et dégraissage.

I.3.1.1. Dégrillage

Son principe est d'assurer la protection des équipements électromécaniques et réduire les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Il se fait par deux mode de fonctionnement : le mode manuel qui est utilisé en cas de panne, et le mode automatique, qui travaille 24 h/24 h. (BELKSIR ;2013).

I.3.1.1.1. Dégrillage grossier

Consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux sont plus ou moins espacés (50 à 100 mm), et élimine les gros déchets (**figure10**)



Figure 10 : dégrilleur grossier

I.3.1.1.2. Dégrillage fin

Consiste à éliminer les déchets de petites tailles (déchets fins) par passage de l'eau a travers des grilles de plus faible espacement (25mm). Les déchets sont récupérer manuellement et sont acheminés vers la CET (Centre d'Enfouissement Technique). (BELKSIR; 2013)



Figure 11:degrilleur fin

I.3.1.2.Dessablage et dégraissage

I. 3.1.2.1. Dessablage

C'est une opération dans laquelle on fait la séparation entre l'eau et le sable par décantation. Les opérations de dessablage et de dégraissage-déshuilage sont parfois faites en même temps. **(OUKACI ; 2015).**

Les sables ainsi que les matières lourdes sont recueillis au fond du bassin. Le mélange eau sable est relevé au moyen d'air lift. **(BELKSIR ;2013).**

L'extraction ce fait à l'aide d'une pompe qui s'appelle « vis à sable » implantée à l'extrémité du bassin **(figure12)** assure à la fois l'essorage et le relevage du sable après égouttage.

Le sable, ensuite, tombe dans une benne de récupération **(figure13)** puis transporter vers les décharges.



Figure 12: la vise sans fin



Figure 13: benne de récupération

I.3.12.2. Dégraissage-déshuilage

Les opérations de dégraissage-déshuilage consistent à séparer les huiles et les graisses de l'eau par flottation. Du fait que ces derniers sont des produits de densité légèrement inférieure à l'eau.

Chaque canal est équipé de trois aérateurs mécaniques immergés à l'air lift, provoquant la flottation des graisses, un bras racleur de la surface, racle toutes les graisses vers une fosse de récupération et de concentration.



Figure 14 : Dessableur-dégraisseur

-soufflante de by-pass

Celle dernière est utilisée lors d'une arrivée d'eau brute anormalement chargée comme la présence d'huile de vidange par exemple (**figure15**)



Figure 15: soufflante du by-pass

I.3.2. Traitement secondaire

Pour compléter l'épuration de l'eau, on procède à un autre type de traitement qui est le traitement secondaire. Ce type de traitement a pour but de séparer l'eau et la boue et élimination de la matière organique. Cette dernière va être traitée par d'autres procédés qu'on détaillera dans ce qui suit.

I.3.2.1. Traitements biologiques :

Les eaux usées contenues dans le bassin biologique sont formées de biomasses (eaux+bactéries+boue), on utilise de l'oxygène pour stimuler l'activité bactérienne et les rendre fonctionnelles. La quantité d'oxygène fournie doit être suffisante pour activer les bactéries présentes dans le bassin. (MENACEUR; 2013).

A ce propos, il y a des bactéries qui ont besoin d'oxygène pour leur activation et d'autres qui produisent de l'oxygène.

De ce fait, et à un certain stade, l'alimentation en oxygène pour le bassin biologique est arrêtée pour permettre aux bactéries productrices d'oxygène d'agir. Ainsi, la boue et les autres matières lourdes se regroupent au fond du bassin.(OUKACI; 2015).

I.3.2.1.1 Bassin d'aération :

Après prétraitement, les eaux usées sont dirigées vers un bassin d'aération où elles sont mises en contact avec une biomasse responsable de l'épuration. Dans ce réacteur, la pollution dissoute est assimilée par la culture bactérienne en suspension formant des agglomérats.

Les bactéries trouvant une nourriture abondante se multiplient et conditionne la boue d'épuration. Les floccs peuvent alors être séparés de l'eau dépolluée par décantation. La boue décantée est recerclée afin de maintenir une concentration fixe dans le bassin biologique.

Dans le bassin d'aération, la fourniture en oxygène est assurée par des unités électromécaniques : aérateurs de surface (turbine) Le fonctionnement intermittent des aérateurs assurent les réactions d'élimination de l'azote par nitrification (marche de l'aération - transformation bactérienne de l'azote ammoniacal en nitrates), puis par dénitrification (arrêt de l'aérateur - transformation bactérienne des nitrates en azote gazeux).(OUKACI ;2015).

L'installation d'un brasseur dans le bassin d'aération assure en permanence un bon contact entre les bactéries et la pollution à éliminer (bon brassage).

Tableau(11) : caractéristique du bassin d'aération (BELKSIR ;2013)

Longueur	49.50m
Largeur	16.50m
Hauteur	4m
Surface	817m ²
Volume	3250m ³

Caractéristiques épuratoire

Charge massique	0.4 DBO5/kg/j
Concentration des boues temps de séjour	2.5g/l
Temps de séjour	6 à 8 heures
Temps de séjour	1 à 5 heures
Besoin moyen en oxygène	5155kg/j



Figure 16: bassin d'aération

I.3.2.1.2 .Décanteur Secondaire (clarificateur):

La géométrie la plus courante d'un clarificateur (**figure17**) est une forme cylindro-conique. Les boues activées issues du bassin d'aération sont amenées gravitairement via une canalisation verticale débouchant au centre de l'ouvrage à la surface. Une jupe de répartition permet de dissiper l'énergie hydraulique et diriger le flux vers le bas afin de favoriser une bonne sédimentation. La boue épaissie en fond d'ouvrage est amenée vers un puits à boues depuis lequel elle est soit recirculée vers le bassin d'aération, soit extraite du système vers la filière de traitement des boues. Un pont racleur permet d'amener les boues décantées depuis la périphérie de l'ouvrage vers son centre et de « fluidiser » les boues épaissies, qui auraient sans cela tendance à se colmater au fond de l'ouvrage.

Une fois l'eau épurée (**figure17**) est séparée des boues, l'eau clarifiée est dirigée vers la sortie et rejetée dans l'Oued (l'Oued Sebaou) après avoir subi des analyses et des contrôles.



Figure 17: clarificateur (décanteur secondaire)



Figure 18 : l'eau épurée

I.4-Traitement des boues :

Les boues se présentent au départ sous forme liquide et avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible . Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement, c'est-à-dire une suite organisée de procédés qui agissent de façon complémentaire.

(BELKSIR.2013)

Les boues récupérées par le raclage de fond sont recerclées en tête de chaque bassin d'aération par l'intermédiaire de deux postes de pompage accolés aux bassins d'aération.

On distingue trois types de traitement pour les boues activées :

I.4.1. La stabilisation (stabilisation aérobie)

Qui se déroule au niveau des bassins de stabilisation. Elle permet de diminuer la fermentation des boues, c'est-à-dire soit de dégrader les matières organiques qu'elles contiennent, soit de bloquer leurs réactions biologiques. Cette opération peut aussi assurer une fonction d'hygiénisation partielle, c'est-à-dire d'élimination des agents pathogènes présents dans les boues. Elle permet, puisqu'elle évite la fermentation des boues de limiter les nuisances olfactives. La stabilisation peut être obtenue par des moyens biologiques, chimiques ou thermiques. Si elle intervient après l'épaississement, la stabilisation est souvent obtenue par digestion anaérobie. Lorsqu'elle est mise en œuvre après déshydratation, elle est réalisée par chaulage (ajout de chaux), compostage ou séchage.

Elle se fait par voie aérobie (en présence d'oxygène) dans les bassins d'aération ou dans des bassins de stabilisation aérobie.

4.2. L'épaississement

Les boues sont transférés vers l'épaississeur par des groupes de pompes en fosse sèche (une pompe de $25\text{m}^3/\text{H}$ par bassin).

Son principe consiste à enlever une partie plus ou moins importante de l'eau contenue dans les boues. L'épaississement peut être gravitaire, ou s'effectuer par flottation, par égouttage ou par centrifugation. Il a pour objectif de réduire le volume des boues brutes et d'augmenter la concentration des matières en matière sèche (résultat : 3 à 8 % de siccité selon les techniques utilisées). L'épaississement facilite en particulier les traitements ultérieurs. Cette étape permet aussi l'évacuation d'une eau claire, peu chargée, qui est recirculée en tête de la station.(OUKACI ;2015)

L'épaississeur devra comporter une surface afin d'éviter les odeurs, cette tranche d'eau devra être renouvelée régulièrement, pour cela, l'épaississeur devra être alimenté fréquemment avec des boues qui en épaississent (**figure19**)



Figure 19: l'épaisseur

I.4.3. La déshydratation

Il peut intervenir après ou avant la stabilisation. Elle permet de pousser plus loin la réduction du volume des boues. Elle est effectuée sur des boues épaissies, stabilisées ou non, et vise à éliminer d'une façon plus ou moins poussée leur humidité.

La déshydratation recourt à trois grandes familles de techniques : la filtration, la centrifugation et le lit de séchage (technique de moins en moins utilisée sous sa forme rustique). Ces lits de séchage sont de nombre de 20 lits.

-Les lits de séchage :

Les boues stabilisées sur l'épaisseur sont acheminées gravitaire-ment dans les lits de séchages (**figure20**). Le séchage des boues se fait, par filtration et évaporation naturelles.

Un ensemble de 20 lits sont prévus, totalisant $450 \times 20 = 9000 \text{ m}^3$, divisés en deux files de 10 lits, pour un volume journalier de 180 à 210 m^3 et des aires de séchage remplies sur une hauteur de 0,4 m, se fait sur des lits de sable (trois types de sable) c'est une filtration par voie naturelle, le temps de séchage dépend des conditions climatiques.

La dernière étape après le séchage des boues est leur extraction manuelle vers les aires de stockage(**figure21**), où elles sont ensuite récupérées par des agriculteurs qui les utilisent comme engrais.



Figure 20: lits de séchage



Figure 21: aire de stockage

L'objectif de cette expérimentation est de caractériser les eaux brutes et les eaux épurées de la station par l'analyse de certains paramètres physiques et chimiques.

Ces analyses peuvent être résumées en :

- ✓ **Analyses quotidiennes** : MES, température, PH, conductivité et turbidité
- ✓ **Analyses complètes** : matières volatiles sèches (MVS), DBO₅, DCO, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, et PO₄³⁻.

II.1.Echantillonnage

La méthode appliquée est celle de l'échantillon composite, elle consiste à prélever deux fois par jour un volume déterminé pour l'eau brute (entrée) et pour l'eau épurée (sortie).

Les analyses effectuées sont :

- Détermination des caractéristiques de la boue : matières sèches, indice de boue en déterminant le V₃₀, MVS.
- Détermination des caractéristiques des eaux usées : (les analyses quotidiennes et les analyses complètes que j'ai déjà mentionnées).

II.1.1. Matériels utilisés

- Béchers.
- Pipettes.
- Epprouvettes de 1000 ml.
- Papiers absorbants.
- Des coupelles.
- L'eau distillée.
- Flacons colorimétriques de 25 ml
- Barreaux magnétiques.
- Agitateurs.
- Spectrophotomètre.
- Conductimètre.
- pH mètre.
- Réacteur DCO.
- DBO mètre.
- Dispositif de filtration.
- Entonnoirs.
- Epprouvettes.
- Dessiccateur.
- Etuve .
- Four amouffle.

II.1.2. Produits utilisés

Les produits utilisés dans le cadre de l'analyse des eaux usées sont :

- Des pastilles (Nitra Ver 5), (Nitri Ver 3), (Nitra Ver 6), (phos ver 3)
- Salicylate ammoniacale (petite gélule), cyanurates ammoniacale (grande gélule)
- Acide sulfurique, sulfate d'argent, féroïne
- Solution d'hydroxyde de potassium, hydrogénéphthalate de potassium.
- Sulfate de fer et d'ammonium.

II.1.3. Méthodes

- **Electrométrie** : pH mètre (ph et température)
- **Spectrophotométrie** : MES, nitrite (NO_2^-), nitrate (NO_3^-), et orthophosphates (PO_4^{3-}), turbidité.
- **Manométrique avec Oxy Top** : DBO_5

II.2. Analyse des caractéristiques des eaux usées

II.2.1. Analyses quotidiennes

Ces analyses sont effectuées pour les eaux à l'entrée et à la sortie.

II.2.1.1. Mesure de matière en suspension par spectrophotométrie

La méthode spectrophotométrique de détermination des matières en suspension est une mesure directe exprimée en mg/l, la concentration en MES ne doit pas dépassé 30 mg/l.

Mode opératoire

- prélever 25 ml d'échantillon à analyser (entré, sortie) et on le met dans des flacons spéciaux
- le spectrophotomètre.
- régler à 630 (numéro du programme des MES) et à une longueur d'onde de 810 nm.
- Remplir un flacon de 25 ml d'eau distillée (le blanc) puis le placer dans l'appareil et procéder a la lecture.
- placer les échantillons l'un après l'autre après agitation (entré, sortie) et on fait la lecture.



« Les flacons »



« Spectrophotométrie »

II.2.1.2. Mesure de pH et de la température

Le pH a une grande influence sur l'activité des micro-organismes responsables de l'épuration biologique, il doit être compris entre 6.5 et 8.5.

La température est un paramètre qui influe directement sur la solubilité de l'oxygène et la vitesse des réactions biochimiques du métabolisme des organismes.

La température optimale à l'activité microbienne se situe entre 25 °C et 30 °C.

Mode opératoire

- Allumer le pH mètre.
- Prendre une quantité suffisante d'échantillon (entrée, sortie) dans un bécher.
- Plonger successivement la sonde de température et l'électrode de pH dans l'échantillon.
- Attendre la stabilisation de la mesure pour faire la lecture.

**pH mètre****Entrée****Sortie**

II.2.1.3. Mesure de la conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Les substances dissoutes communes sont le sodium, les chlorures, les sulfates, le calcium, les bicarbonates, les nitrates, les phosphates, le fer et le magnésium. Tous ces matériaux à certaines concentrations ont la capacité de porter un courant électrique.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau sans donner d'indication sur la nature des éléments présents.

Mode opératoire

- Verser une quantité de l'échantillon dans un bécher (entrée, sortie)
- Allumer le conductimètre et sélectionner l'échelle de mesure.
- Plonger la sonde dans l'échantillon et attendre que la mesure soit stable pour faire la lecture.

**Conductimètre**

II.2.1.4. Mesure de la turbidité

La turbidité est due à la présence des particules en suspension minérales ou organiques. Ainsi, plus une eau est chargée en biomasse ou en particules sédimentable, plus elle est turbide.

Mode opératoire

- Prélever 25 ml d'échantillon à analyser (entré, sortie) et on le met dans des flacons colorimétrique
- le spectrophotomètre.
- On règle à 750 (numéro du programme de la turbidité) et à une longueur d'onde de 450 nm.
- Remplir un flacon de 25 ml d'eau distillée (le blanc) puis le placer dans l'appareil et procéder a la lecture.
- placer les échantillons l'un après l'autre après agitation (entré, sortie) et on fait la lecture.

II.2.2. Analyses complète

C'est des analyses effectuées une fois par semaine et qui consiste en la mesure de :

II.2.2.1. La demande biochimique en oxygène DBO

Exprimée en mg d'O₂ /l représente la quantité d'oxygène que les bactéries et autres microorganismes utilisent pendant 5 jours pour décomposer les substances polluantes qui sont biochimiquement oxydables comme les graisses

Elle est calculée au bout de 5 jours à 20° C et dans le noir. On parle alors de la DBO₅ et de la norme respecté est de 30 mg d'O₂/l

Mode opératoire

- On met en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à 20 °C.
- On remplit une bouteille ombrée avec 150ml d'eau d'entrée et une autre avec 400 ml d'eau de sortie.
- On introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.

- On place ces dernières dans l'incubateur pendant une heure pour permettre à l'échantillon d'atteindre la température de 20 °C.
- On introduit du KOH dans les couvercles (le KOH permet de fixer le CO₂ dégagé).
- On place les oxytop sur les flacons.
- On choisit l'échelle qui correspond au volume d'échantillon choisi.
- Après 5 jours, on procède à la lecture.

Volume d'échantillon (ml)	Echelle de mesure (mgO ₂ /l)
100	0 à 1000
150	0 à 600
250	0 à 250
400	0 à 90



Pendant 5 jours



II.2.2.2. La Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique contenue dans l'eau qu'elle soit biodégradable ou non.

Pour mesurer la DCO, on utilise la méthode d'oxydation à l'aide d'un réactif puissant (le bichromate de potassium).

Pour cela, on utilise un tube de réactif DCO spécial, qu'on fait chauffer deux heures dans le réacteur DCO préchauffé à 150°C

Mode opératoire

- On prépare un échantillon témoin avec 10ml de solution d'hydrogénophthalate de potassium (étalon).
- 10ml d'eau distillée.
- 10ml d'eau usée (entrée).
- 10ml d'eau traitée (sortie).

- On ajoute à chaque flacon 5 ml de dichromate de potassium, 15 ml d'acide sulfurique sulfate d'argent.
- On ajoute ensuite deux régulateurs d'ébullition dans chaque tube.
- On met ces derniers dans le réacteur DCO pendant 2heures à 150 °C.
- Après refroidissement on ajoute pour chaque flacon 45 ml d'eau distillée.
- Puis on titre le tout avec le sulfate de fer et d'ammonium.
- Puis on procède au calcul on utilisant la formule suivante :

$$DCO = \frac{8000 \cdot c (V_1 - V_2)}{V_0}$$

$$C = \frac{1,2}{V}$$

Avec :

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₀ : est le volume, en millimètres, de la prise d'essai avant dilution.

V₁ : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₂ : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

8000: est la masse molaire, en milligrammes par litre, de ½ d'O₂.

II.2.2.3.L'azote ammoniacal (N-NH₃)

Pour ce paramètre, on effectue des dilutions que ce soit à l'entrée ou à la sortie.

- Entrée on fera une dilution à 1/100 (1 ml).
- Sortie on fera une dilution à 1/25 (4 ml).

Mode opératoire

- On prélève 25 ml d'échantillon dilué qu'on mettra dans des flacons appropriés.
- On prélève 25 ml d'eau distillée (utilisé comme blanc)
- On ajoute pour chaque flacon du salicylate ammoniacal (réactif contenu dans des petites gélules), on agite pour dissoudre et on les laisse 3 minute pour que la réaction se fasse.

- On ajoute pour chaque flacon le réactif cyanurates ammoniacales (grandes gélules), on agite et on laisse réagir pendant 15 minutes.
- Entre temps, on prépare le spectrophotomètre et on choisit le numéro du programme approprié.
- Après les 15 minutes de réaction, on procède à la lecture.

NB : l'eau distillée à laquelle on ajoute les réactifs va servir comme un blanc

II.2.2.4.Ortho-phosphates (PO_4^{3-})

- Entrée on fera une dilution à 1/10 (2,5 ml).
- Sortie on fera une dilution à 1/10 (2,5 ml).

Mode opératoire

- Tout d'abord, on effectue des dilutions des échantillons (entrée et sortie) à 1/10).
- On ajoute aux échantillons le réactif phosver 3 et on agite et on le laisse pendant deux minutes de réaction.
- On allume le spectrophotomètre et on choisit le programme approprié.
- Pour le blanc, chacun des deux échantillons aura son propre blanc (même échantillon sans réactif).

II.2.2.5.Nitrites NO_2^- en mg/l

- **Entrée:** pas de dilution (25 ml).
- **Sortie :** dilution à 1/2 ou bien 1/5

Mode opératoire

- On effectue une dilution à l'eau de sortie à 1/2 ou bien à 1/5.
- On prélève 25 ml d'échantillon, on y ajoute le réactif Nitriver 3 avec agitation puis 15 minutes de réaction.
- Les blancs sont les échantillons sans réactifs.
- On règle le spectrophotomètre en choisissant le programme et on fait la lecture.

II.2.2.6. Nitrates NO_3^-

- **Entrée** : faible concentration 0 à 0,4 mg/l
- **Sortie** : forte concentration 0 à 30 mg/l

Mode opératoire

❖ Entrée

- On prend 30 ml d'eau d'entrée, on y ajoute le réactif nitriver 6 (nitrate LR) avec 3 min d'agitation et 2 min de décantation.
- On prend de ce dernier 25 ml qu'on mettra dans un autre flacon.
- On y ajoute le nitriver 3 (nitrite LR) et on laisse réagir pendant 10 min.
- Entre temps, on prépare le spectrophotomètre.
- On prendra comme blanc 25 ml de l'échantillon sans réactif.

❖ Sortie

- On adapte le spectrophotomètre aux nitrates (en choisissant le programme).
- On introduit 25 ml d'eau de sortie dans un flacon.
- On y ajoute le nitriver 5 (nitrate HR) avec agitation d'une minute et 5 min de réaction.
- On règle le zéro du spectrophotomètre avec 25 ml d'échantillon sans réactif et on fait la lecture.

II.3. Analyse des caractéristiques des boues

II.3.1. Matières sèches MS

On obtient les matières sèches par une méthode de filtration par gravité

Mode opératoire

- On prend un papier filtre et on le pèse (P_0).
- On place un entonnoir sur un bécher et on place dessus le papier filtre.
- On verse une quantité de boue dans ce dispositif (au niveau de la STEP EST de Tizi-Ouzou ils prennent 100 ml).
- Après filtration, on met le papier filtre dans une coupelle en aluminium qu'on va placer dans une étuve à 105°C jusqu'à déshydratation.

- Après cela on place ce filtre dans un dessiccateur pour enlever toute humidité restante et puis on refait la pesée (P_1).
- On calcule la concentration des MES en utilisant la formule ci-dessous :

$$MS = (P_1 - P_0) \times 1000 / V \text{ (mg/l)}$$

Avec :

$V = 100 \text{ ml}$

P_0 : poids du papier filtre plissé.

P_1 : poids du filtre + boue séchée.



Filtration



Sécher à l'étuve à 105°C



déssiccateur

II.3.2. Test de décantation V_{30}

Le calcul de l'indice de boue nous permet d'apprécier l'aptitude de la boue à la décantation et prévenir d'éventuelles pertes de boues liées au dépassement de la capacité du clarificateur.

Mode opératoire :

- Au niveau de la surverse du bassin d'aération on prélève un échantillon de boue dans les bassins d'aérations après 15 min de fonctionnement de l'aérateur.
- On remplit une éprouvette de 1000 ml de cet échantillon et on laisse décanter pendant 30 min.
- Une fois les 30 min écoulées on note le volume décanté.

En cas ou le $V_{30} \leq 300$ on calcule l'indice de molmane.

$$I_m = V_{30} / MS.$$

- En cas où le $V_{30} > 300$ on effectue la dilution en utilisant l'eau épurée puis on calcule l'indice de boue (I_B).
- L'indice de boue est calculé comme suite :

$$I_B = V_{30D} / MS \times \text{facteur de dilution}$$



Test de décantation.

II.3.3. Les matières volatiles sèches MVS

Mode opératoire

- On met une quantité de boue dans une coupelle en porcelaine de poids P_0 .
- On la place dans une étuve à 105°C jusqu'à évaporation totale de l'eau.
- Après on pèse la coupelle P_2 .
- On met la coupelle dans un four amouffle à 550°C pendant 2 heures.
- Après refroidissement on pèse la coupelle à nouveau et on obtient le P_3 .
- On calcule la concentration des MVS.

$$MVS = ((P_2 - P_3) / (P_2 - P_0)) \times 100.$$

Avec : P_0 : poids de la coupelle vide.

P_2 : poids de la coupelle + poids de la boue séchée à $T=105^\circ\text{C}$.

P_3 : poids de la coupelle + poids de la boue après l'avoir passé dans l'étuve à $T=105^\circ\text{C}$ et $T=550^\circ\text{C}$ pendant 2 h.

II.4.Résultats expérimentaux

- pour la boue

On a obtenu les résultats suivants :

Date	Boue		couleur	V30 (ml)	V'30 (ml)	Facteur du dilution	IB	MS (mg/l)	MVS (mg/l)
08/05/2016	Aération	A ₁	Marron	950	230	3	194,75	3,543	59,04
		A ₂	Marron	960	250	3	216,64	3,462	59,06
	stabilisation	S ₁						15,95	62,80
		S ₂						11,04	63,84
	Retour	R ₁						18,06	/
		R ₂						10,183	/
10/05/2016	Aération	A ₁	Marron	950	180	4	119,48	6,026	/
		A ₂	Marron	960	180	4	154,17	4,67	/
	stabilisation	S ₁						18,415	/
		S ₂						12,608	/
	Retour	R ₁						19,216	/
		R ₂						13,419	/
12/05/2016	Aération	A ₁	Marron	920	170	3	112,78	4,522	/
		A ₂	Marron	970	230	3	188,57	3,659	/
	Stabilisation	S ₁						20,813	/
		S ₂						10,598	/
	Retour	R ₁						11,444	/
		R ₂						16,939	/

- Pour les eaux usées

Les analyses quotidiennes

On a obtenu les résultats suivants :

Paramètres Date	Echantillon	MES (mg/l)	PH	Température (°C)	Conductivité (µS)	Turbidité (FTU)
08/05/2016	Eau Brute	287	7,14	18	1213	296
	Eau Epurée	14	7,06	17,8	988	20
09/05/2016	Eau Brute	301	7,67	18,2	1143	287
	Eau Epurée	10	7,54	18	965	18
10/05/2016	Eau Brute	445	7,28	18,4	1397	350
	Eau Epurée	09	7,30	17,4	1245	15
11/05/2016	Eau Brute	256	7,29	19	1189	284
	Eau Epurée	18	7,23	18,4	933	26
12/05/2016	Eau Brute	300	7,76	18,6	1239	288
	Eau Epurée	12	7,35	18,4	974	18
Moyenne	Eau Brute	317,8	7,42	18,44	1236,2	301
	Eau Epurée	12,6	7,29	18	1021	19,4

II.5. Caractérisation physico-chimique des paramètres de pollution de l'eau de la station Est de la ville de Tizi-Ouzou.

Consiste à caractériser les paramètres de pollution physico-chimique des eaux brutes et traitées de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou afin d'étudier les possibilités de réutilisation agricole de cet effluent.

Les valeurs moyennes de ces différents paramètres de pollution analysés pour les eaux brutes et les eaux traitées sont représentées dans les tableaux suivants :

II.5.1. Paramètres physico-chimiques des eaux brutes

Les analyses physico-chimiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 7: Analyse physico-chimique de l'eau brute de la station Est de Tizi-Ouzou.

Date	10/05/2016
Paramètre analyses	Eau brute
DCO(mg d'O ₂ /l)	480,76
DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)	400
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	8,2
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,176
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,092
NH ₄ ⁺ (mg/l)	58,05
Temperature (°C)	18,4
pH	7,28
Conductivité	1397
MES (mg/l)	445
Turbidité (FTU)	350

D'après les résultats obtenus, on remarque que :

- ❖ La température moyenne de l'eau est 18,44 °C qui est une température favorable au processus biologique.

- ❖ La valeur moyenne des MES est de l'ordre de 445 mg/l, supérieur à la norme de rejet (30 mg/l) d'où la nécessité d'un traitement physique, mais elle est conforme aux normes de rejet des eaux usées brutes qui se situe dans l'intervalle [150-500 mg/l].
- ❖ La DBO5 et la DCO nous renseigne sur la nature de notre effluent qui est obtenu par la mesure de la biodégradabilité k ($k=DCO/DBO5$). D'après nos résultats ce rapport égal à 1,20 cela signifie que les oxydables sont constituer en grande partie de matières fortement biodégradables car il se situe dans la fourchette $k < 1.5$.
Les valeurs de la DBO5 (400 mg d'O₂/l) et la DCO (480,76 mg/d'O₂/l), sont situés respectivement dans les intervalles [100-400] mg d'O₂/l et [300-1000] mg d'O₂/l restent toujours conformes aux normes de rejet des eaux usées brutes.
- ❖ La valeur moyenne de l'ammonium (NH₄⁺) est de l'ordre de 58,05 mg/l, la valeur est élevée, elle représente les caractéristiques des eaux usées domestiques brutes, mais reste dans les normes de rejet.
- ❖ Les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻) représentés respectivement par les valeurs (0,176 mg/l) et (0,092 mg/l) sont <1mg/l, donc correspondent aux normes de rejet des eaux usées brutes.
- ❖ La valeur du phosphore est de l'ordre 8,2 mg/l, elle se situe dans l'intervalle [10-25] mg/l des eaux usées brutes, elle est conforme aux normes de rejet. Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques se situent dans l'intervalle des eaux usées domestiques. Pour garantir une meilleure protection des milieux récepteurs, elles doivent subir des traitements appropriés afin de réduire ces moyennes à des valeurs conformes aux normes de rejet requis.

II.5.2. Paramètres physico-chimiques des eaux épurées

Les analyses physico-chimiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 8: Analyses physico-chimique de l'eau épurée de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou.

Date	10/05/2016
Paramètre analyses	Eau épurée
DCO(mg d'O ₂ /l)	42,84
DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)	25
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	4,5
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,2
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,099
NH ₄ ⁺ (mg/l)	3,22
Temperature (°C)	17,4
pH	7,30
Conductivité	1245
MES (mg/l)	09
Turbidité (FTU)	15

Interprétation des résultats :

D'après les résultats obtenues dans le tableau 8, on constate que :

- ❖ La température à un rôle déterminant sur le processus biologique, l'élévation de celle-ci provoque la diminution de l'oxygène dissout, cela influe indirectement sur la vie des micro-organismes, par contre sa diminution provoque directement le ralentissement de l'activité de la biomasse épuratrice.
- ❖ Le pH est l'un des paramètres important, il influence principalement sur le rendement d'élimination de la pollution organique, sa gamme doit être comprise entre 6.5 à 8.5.
- ❖ La comparaison entre l'eau d'entrée et l'eau de sortie en terme de la charge polluante en MES, révèle une grande différence entre eux, cela implique un bon traitement de ces eaux.
- ❖ La valeur moyenne de la DCO (42.84mg d'O₂/l aux normes de rejet.
- ❖ La diminution de la demande biochimique en oxygène dans les eaux épurées de 400 mg/l à 25 mg/l peut s'expliquer par :
 - La consommation par micro-organismes du substrat hydrocarboné ;
 - Taux de recyclage des boues adéquat ;

- Apport suffisant d'oxygène par brassage.
- ❖ D'après le tableau, les valeurs moyennes de l'azote et du phosphore restants après traitement ne cause pas de dommage que se soit pour l'écosystème aquatique ou édaphique.

Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques des eaux épurées représentées dans le tableau sont situées dans la fourchette des normes algérienne recommandées, donc ils ne constituent aucun risque pour leurs réutilisations agricoles et leurs déversements dans la nature.

II.5.3. Rendements épuratoires de la STEP Est de Tizi-Ouzou

Pour une meilleure illustration graphique et numérique l'ensemble des résultats des rendements d'abattement des effluents brutes et traitées sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 9: récapitulatif des analyses physico-chimiques à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou.

Date	10/05/2016			
Parameters	Eau brute	Eau Epurée	Norme	Rd (%)
DCO(mg d'O ₂ /l)	480,76	42,84	90	91,09%
DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)	400	25	30	93,75%
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	8,2	4,5	2	/
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,176	2,2	< 1	/
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,092	0,099	< 1	/
NH ₄ ⁺ (mg/l)	58,05	3,22	< 0.5	/
Temperature (°C)	18,4	17,4		/
pH	7,28	7,30		/
Conductivité	1397	1245		/
MES (mg/l)	445	09	30	97,98%
Turbidité (FTU)	350	15		/

Interprétation :

D'après les résultats du tableau, on constate que :

Le rendement d'abattement des MES est très important, est de l'ordre de 97,98%, cela signifie l'efficacité du traitement appliqué.

L'élimination de la DCO est très efficace avec un rendement de 91,09 %.

On constate aussi une diminution significative de DBO_5 , qui est de l'ordre de 93,75%, ce qui signifie que les conditions dans le bassin d'activation sont favorables à l'oxydation de la matière hydrocarbonée par la biomasse épuratrice ainsi un abattement important de l'ammonium de l'effluent traité, avec un taux de 94,45 %, ce qui n'est pas normal dans une STEP classique sans traitement tertiaires.

Et pour les nitrites on remarque une augmentation de la valeur de NO_2^- à la sortie de l'effluent traité par rapport à l'entrée.

On remarque une concentration importante des nitrates dans les eaux épurée par rapport aux eaux brutes, d'où une augmentation de l'ordre de 92%, cela est justifié par la dégradation de l'oxygène des nitrites (NO_2^-) et nitrate (NO_3^-).

On constate aussi un abattement important de phosphore total de l'effluent traité de la STEP avec un rendement de 45,12%

De ce fait l'eau épurée à un grand pouvoir fertilisant (éléments nutritifs) et son application peut avoir des résultats agronomiques positifs, autrement dit un rendement agricole accru. Elle constitue entre autre une sorte de fertilisant liquide. Cependant le suivi de la composition des eaux traitées et du sol à irriguer est nécessaire afin de contrôler les niveaux d'amendements, ainsi il faut tenir compte des limites de leur utilisation concernant les métaux lourds et les paramètres biologiques (parasites et pathogènes).

L'Algérie est un pays semi aride à aride à faible pluviométrie ou les apports climatiques sont irrégulier et ne répond que pour une infime partie des besoins globaux en eau de la population qui s'élèvent à près de $1700 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$, alors que, le taux de satisfaction en eau en Algérie n'est que de $350 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$.

Par ailleurs le recours aux eaux usées, qui représente un réservoir important fiable et bien localisé, peut constituer sans doute l'une des solutions attrayantes et incontournables pour les pays souffrant de déficit hydrique.

L'étude ainsi réalisée et présentée a permis d'une part, de confirmer la qualité physico-chimique plus ou moins propre des usées épurées de la STEP Est de Tizi-Ouzou (Pont de Bougie) pour une utilisation sans risque majeur de pollution sur l'environnement.

Les résultats d'analyses physico-chimiques effectués au niveau du laboratoire de la STEP Est, montrent que les eaux présente un caractère neutre ($\text{pH}=7.30$). La détermination des paramètres indicateurs de pollution mesurés donne en moyenne :

$\text{DBO}_5 = 25 \text{ mg d'O}_2/\text{l}$, $\text{DCO} = 42, 84 \text{ mg d'O}_2/\text{l}$, $\text{MES} = 09 \text{ mg/l}$

Aussi la richesse de l'effluent en éléments nutritifs lui permettant d'être facilement utilisées dans le domaine agricole (irrigation).

De ce fait l'eau épurée à un grand pouvoir fertilisant (éléments nutritifs) et son application peut avoir des résultats agronomiques positifs, autrement dit un rendement agricole accru. Elle constitue entre autre une sorte de fertilisant liquide. Cependant le suivi de la composition des eaux traitées et du sol à irriguer est nécessaire afin de contrôler les niveaux d'amendements, ainsi il faut tenir compte des limites de leur utilisation concernant les métaux lourds et les paramètres biologiques (parasites et pathogènes).

Pour cela on préconise :

- Une extraction de la STEP pour pouvoir effectuer des traitements tertiaires sur place afin d'une réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture locale.
- Un séchage des boues mécanique ou sous serre(thermique) en période hivernale.
- Une sensibilisation des agriculteurs aux bienfaits de l'utilisation des boues comme fertilisants.

Références bibliographiques

- ❖ ACHAT.H et NAIT SIDENAS.S ; 2001 : Contribution à la caractérisation des effluents traités de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie, UMMTO .
- ❖ ACHLEITNER ET AL ,2007 : Diagnostic du fonctionnement du réseau d'assainissement .
- ❖ AERM ;2007 : Fosse septique toute eaux, procédés d'épuration des petites collectivités.
- ❖ ALLAOUL.K ;2009 :Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des station d'épuration des eaux usées. Mémoire de magister. Annaba.
- ❖ AMINOT, A. CHAUSSEPIED, M ; 1983 : Manuel des analyses chimique en milieu marin. CNEX.395p.
- ❖ BAUMONT, SAMUEL ; 2005 : Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en ile de France. ORS (Observatoire régional de santé d'Ile-de-France), Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.222p.
- ❖ BELKSIR.F et BELOUCIF.T ; 2013 : rapport de stage. Traitement des eaux usées.
- ❖ BELOKDA, Wafae ; 2009 : Thèse contribution à une gestion des effluents liquides hospitaliers. Université Chouaib Doukkali El-Jadida. Maroc. Master génie de l'environnement et santé.
- ❖ BENYOUB.A. et EL-MAGROUD.F.Z ; 2014 : Traitements des eaux usées urbaines par coagulation-floculation et décantation ;
- ❖ BOTTA, Alain. et BELLON, Laurence ; 2001 : Pollution du l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-méditerranéen TEHYS.
- ❖ BONTOUX, J ; 1993 : Introduction à l'étude des eaux douces ; eaux naturelles ; eaux usées et eaux de boisson. Edition Technique et documentation Lavoisier.169p.
- ❖ CAUCHI *et al* ; 1996: La réutilisation des eaux usées après épuration. Technique, Sciences et Méthodes .2118p

Références bibliographiques

- ❖ CAMPOS, C; 2008: New perspectives on microbiological water control for waste water reuse. Desalination 218.pp 34-42.
- ❖ COPIN-MONTEGUT, G ; 1996 : Chimie de l'eau de mer. Institut Océanographique. Paris .319p.
- ❖ DEGUMENT, T ; 2005 : Mémento technique de l'eau. 10^{ème} édition. Paris : Lavoisier technique et documentation. 1718p
- ❖ FABY J .A, BRISSAUD.F ; 1997 : L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau. 76p.
- ❖ GAID, A.K ; 1984 : Epuration biologique des eaux usées urbains. Tome 1 et 2, Alger. 261p.
- ❖ GAUJOUS, D ;1995 : La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier. 220p.
- ❖ GROMAIRE; 2005: Contribution of different sources to the pollution of wet weather flows in combined sewers. Water Research 35 (2): 521-533.
- ❖ HARP-NUT, 2004: lignes directrice OSPAR sur les procédures harmonisées de quantification et notification des nutriments.
- ❖ JEAN ANTONIE FABY ; 1997 :L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation Office international de l'eau-Etude réalisée pour le compte du Ministère de l'agriculture, de la Pêche et de L'alimentation - FNDAE [en ligne] Office International de L' eau 1997 [visite le27/04/2006]
- ❖ LADJEL, F ; 1999 : Exploitation d'une station d'épuration à boues activées. Centre de formation des matières de l'assainissement (CFMA). Boumerdes. 99p.
- ❖ LADJEL, F ; 2001 : Exploitation d'une station d'épuration à boues activées. Ed. ONA. 74p.
- ❖ LEVEQUE, C ., 1996 : Ecosystèmes aquatiques. Ed. HACHETTE.324p.
- ❖ MEKHALIF.F ;2009 :Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. mémoire de magister. Skikda.
- ❖ MENACEUR.R et SAIDJ.K ; 2013 : Caractérisation des paramètres physico-chimiques et quantification des nutriments des eaux usées traitées de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou .

Références bibliographiques

- ❖ METAHRI, M.S ; 2012 : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées par des procédés mixte. Cas de STEP Est de la ville de Tizi ouzou. Thèse de doctorat. Tizi ouzou: Université; Mouloud Mammeri, Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques: Agronomie ; Génie des procédés.
- ❖ MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE .H ; 2005 : Les eaux résiduares des tanneries et des teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impacte sur les eaux de surface et les eaux souterraines «Mali». Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie.119p.
- ❖ OMS ; 1989 : l'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture recommandations à visées sanitaires. Rapport d'un groupe d'experts de l'OMS. Série de rapports techniques.778 OMS.
- ❖ ONA (Office National de l'Assainissement). <http://www.ona.dz/REUE.html>
- ❖ OUKACI.N ; 2015 :Traitement et analyse des eaux usées domestique. rapport de stage. Alger.
- ❖ REJSEK T ; 2002 : Analyse des eaux Aspects réglementaires et techniques. Edition CRDP d'aquitaine, France. P357.
- ❖ SATIN MARC ; BECHIR SELMI ,2006 :Guide technique de l'assainissement ,3eme édition.LE MONITEUR.P389,P406.
- ❖ TIDANINI, M. AMDOUN, A ; 2003 : Etude hydrologique de lac du barrage de boukourdane (wilaya de Tipaza): variation spatio-temporelle du peuplement zooplanctonique, physico-chimique, composition spécifique du plancton. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en aquaculture, USTHB.110p.
- ❖ TOZE, S; 1999: PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. Water Res 33.pp 3545-3556.
- ❖ TOZE, S; 2006: Reuse of effluent water-benefits and risks *Agric Water Manage* 80.
- ❖ VALIRON.F ; 1989 : Gestion des eaux, alimentation en eau assainissement .
- ❖ VASEL.J.L ; 2007 : Evolution de l'assainissement individuel, perspectives et questions en suspens .

Références bibliographiques

- ❖ VILAGINES, ROLAND., 2003 : Eau environnement et santé publique. introduction à l'hydraulique. 2^{ème} édition. Edition Tec et Doc. Paris. 198p.