



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARF UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT OF BIOLOGY



Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
« **Toxicologie Industrielle et Environnementale** »

Thème

Inventaire et étude des procédés de traitement des eaux usées des stations d'épuration en Algérie

Présenté Par : AOUADI Sara Nour El Yakine

Soutenue publiquement le : 14/06/2026

Devant le jury composé de :

Présidente: Dr. FELLAH Imene	MCA	Université	Chadli Bendjedid–El Tarf
Promotrice: Dr. BOUMARAF Warda	MCA	Université	Chadli Bendjedid-El Tarf
Examinatrice: Dr. BERGAL Amira	MCA	Université	Chadli Bendjedid- El Tarf

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail.

Tous mes remerciements à ma directrice de recherche

Madame Boumaraf Warda

Avec laquelle j'ai eu la chance de travailler ; je vous remercie de m'avoir

Accordé le temps, pour votre patience, vos orientations et vos précieux conseils.

C'est grâce à vous que notre mission a été bien menée.

Nos remerciements s'adressent Également au chef service de laboratoire d'Algérien des eaux ainsi que toute l'équipe.

Je tiens à remercier également les membres du jury Dr.

Fellah et Dr.Bergal d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Dédicaces

*Je m'incline devant Dieu Tout-Puissant qui avec je ouvert
la porte du savoir et avec je aidé à la franchir.*

*Je dédie ce mémoire à mon père et ma mère pour les efforts
qu'ils ont fournis pour je permettre une meilleure vie, qui je
encourage à aller de l'avant et qui nous donné tout son
amour pour*

*reprendre Notre étude que sans lequel je n'aurais jamais
mes études.*

*Et pour A mes chers frères, A mes amies
À tous ce qui ont contribué de près ou de loin dans la
réalisation de ce travail.*

SARA

Résumé

Les eaux usées sont fortement chargées en divers polluants, ce qui pose le problème des risques sanitaires liés à une réutilisation des eaux usées épurées, donc elles doivent être acheminées par les égouts vers des stations d'épuration afin d'être traitées.

La présente étude est une analyse des données statistiques et scientifiques sur les nombres des STEP en Algérie à travers le recueil des données auprès des organismes concernés dont le ministère des ressources en eaux (MRE), l'Office National d'Assainissement (ONA), les stations d'épuration des eaux usées (STEP) et les stations de lagunage (SL) de l'Algérie.

L'Algérie a entrepris des investissements considérables pour la réalisation des systems d'assainissement, qui se traduisent par le taux important de raccordement des populations aux réseaux d'assainissement et par le nombre croissant de stations d'épuration des eaux usées réalisées à travers tout le territoire national

Mots clés: Eaux usées, polluants, réutilisation, stations d'épuration (STEP), Algérie

ملخص

مياه الصرف الصحي محملة بكثافة بمختلف الملوثات ، مما يطرح مشكلة المخاطر الصحية المرتبطة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ، لذلك يجب توجيهها عبر المجاري إلى محطات المعالجة حتى تتم معالجتها.

هذه الدراسة عبارة عن تحليل للبيانات الإحصائية والعلمية حول عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في الجزائر من خلال جمع البيانات من المنظمات المعنية ، بما في ذلك وزارة الموارد المائية والمكتب الوطني للصرف الصحي ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي ومحطات البحيرات في الجزائر.

قامت الجزائر باستثمارات كبيرة لبناء أنظمة الصرف الصحي ، والتي تنعكس في ارتفاع معدل اتصال السكان بشبكات الصرف الصحي وفي العدد المتزايد من محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تم بناؤها في جميع أنحاء البلاد. التراب الوطني

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي ، الملوثات ، إعادة الاستخدام ، محطات المعالجة ، الجزائر

Abstract:

Wastewater is heavily loaded with various pollutants, which poses the problem of health risks associated with the reuse of treated wastewater, so it must be routed through the sewers to treatment plants in order to be treated.

This study is an analysis of statistical and scientific data on the number of treatment plants in Algeria through the collection of data from the organizations concerned including the Ministry of Water Resources, the National Office for Sanitation wastewater treatment plants and lagooning stations in Algeria.

Algeria has undertaken considerable investments for the construction of sanitation systems, which are reflected in the high rate of connection of populations to sanitation networks and in the growing number of wastewater treatment plants built throughout the country. national territory.

Keywords: Wastewater, pollutants, reuse, treatment plants, Algeria

SOMMAIRE

Remerciements	
Résumés	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	01

Chapitre1: Généralités sur les eaux usées

Introduction	03
I. La pollution des eaux.....	03
1.Définition des pollutions des eaux.....	03
2.Les Types de pollution des eaux.....	03
2.1. Pollution physique	03
2.2. Pollution chimique.....	03
2.3. Pollution microbiologique.....	03
2.4. Pollution par le phosphore.....	04
2.5. Pollution par l'azote	04
3. Impact de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement.....	04
3.1. Conséquences sanitaires.....	04
3.2. Les conséquences écologiques.....	05
3.3. Les conséquences agricoles.....	05
II. Les eaux usées.....	05
4. Définition des eaux usées.....	05
4.1. L'origine des eaux usées.....	05
4.1.1. Les eaux usées domestiques.....	05
4.1.2. Les eaux usées industrielles.....	06
4.1.3. Les eaux usées agricoles.....	06
4.1.4. Les eaux pluviales.....	06
4.2. Caractéristiques des eaux usées.....	07
4.2.1. Les paramètres organoleptiques.....	07
4.2.2. Les paramètres physico-chimiques.....	07
4.2.3. Les paramètres de pollution.....	09

4.2.4. Les paramètres microbiologiques.....	12
5. Normes des eaux.....	14
5.1. Normes internationales	14
5.2. Normes Algériennes	14

Chapitre2 : Les stations d'épuration

1.Introduction.....	16
2. Définition de l'épuration.....	16
3.Paramètres et le choix d'une technologie de traitement des eaux usées.....	16
4.Rôle des stations d'épuration.....	17
5 . Les étapes d'épuration des eaux usées.....	17
5.1. Traitement des eaux.....	17
A. le prétraitement.....	18
1. Dégrillage.....	18
1.1. Le Dégrillage grossier.....	18
1.2. Le Dégrillage fin	18
2. Le Dessablages déshuilages.....	19
2.1. Le Désableurs.....	19
2.2. Le Déshuileurs.....	20
B. Le traitement secondaire (biologique).....	20
1. Le traitement par boues actives.....	20
1.1.La Zone anaérobie (Déphosphatation).....	20
1.2. La Zone anoxie (Dénitrification)	20
1.3. La Zone aérobie (Nitrification)	20
C. Le traitement tertiaire (ou de finition).....	20
1. Le décanteur (la décantation).....	20
2. La Désinfection.....	21
2.1. La désinfection chimique.....	22
2.2. La désinfection physique.....	22
4.2. Le traitement des boues.....	22
4.2.1. L'épaississeur.....	22
4.2.2 La Digestion.....	22
4.2.3. Les Lits de séchage.....	23

Chapitre3: Inventaire des stations d'épuration en Algérie

Introduction.....	25
1.Ressources hydrique en Algérie.....	26
2. La répartition des eaux en Algérie.....	28
3..Historique de l'assainissement en Algérie.....	30
3.1..Au plan de l'organisation.....	30
3.1.1. La réalisation.....	31
3.1.2. Le service public.....	31
3.1.3. Le financement.....	33
3.1.4. Le support juridique.....	32
3.2. Au plan des réalisations.....	33
4.Situation du traitement des eaux usées en Algérie.....	33
4.1. Ouvrage de traitementet d'épuration des eaux usées.....	33
4.2.Inventaire des stations d'épuration en Algérie.....	36
Conclusion.....	40
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

STEP : Station d'épuration

OMS :Organisation mondiale de la santé

ONA: office national assainissement.

DBO5 :Demande biochimique en oxygène à cinqjours

MES :Matières en suspension

MVS :Matières volatile sèche

NH₄⁺ :Ammonium

NO₂⁻ : Nitrites

NO₃⁻ : nitrates

CE :conductivité électrique

P :Phosphore

PT :Phosphore total.

PH :Potentiel d'Hydrogène

Tc° :Température

Liste de tableaux:

N°	Titre	Page
Tableau 01	Les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)	15
Tableau 02	Les différents types de boue selon leur origine et leur composition	23
Tableau 03	Répartition spatiale des eaux de surface et souterraines en Algérie	29
Tableau 04	La consommation d'eau par secteur d'activité 1975_2002	29
Tableau 05	Inventaire des STEP en Algérie	37

Liste des figures:

N°	Titre	Page
Figure 01	Les étapes des traitement	17
Figure 02	Le dégrillage grossier	18
Figure 03	La bane des déchets	18
Figure 04	Le procédé de dégrillage fine	18
Figure 05	Le déssableur	19
Figure 06	Le classificateur à sable	19
Figure 07	Le procédé de traitement secondaire (biologique) donné le 3 zones	20
Figure 08	Shéma de décanteur la séparation de la boue et de l'eau épuré rejetée	21
Figure 09	Les étapes de traitement des eaux usées de la station d'épuration à boue active	24
Figure 10	Evolution du nombre des STEP et station de lagunage en algérie (2000_2015)	35
Figure 11	Evolution des capacités d'épuration	34
Figure 12	Statistiques sur les eaux usées purées en Algérie	35

Introduction

Introduction :

L'eau est la matière première la plus importante sur notre planète, pour les êtres humains, les animaux, les plantes et les microorganismes, pratiquement tous les phénomènes vitaux de la biosphère sont liés à la disponibilité de l'eau. L'eau n'est donc pas uniquement espace vital, vecteur énergétique ou moyen de transport, mais également un élément essentiel pour tous les genres de production.

Au cours de l'histoire, la disponibilité globale d'eau est restée plus ou moins constante. Il y a 2000 ans, 200 à 300 millions d'habitants sur terre utilisaient les ressources disponibles. Aujourd'hui, plus de 6,5 milliards d'êtres humains doivent se contenter de la même quantité d'eau. C'est pourquoi la matière première qu'est l'eau, pendant longtemps librement disponible dans de nombreuses parties de la terre, est aujourd'hui sérieusement menacée. De plus, les systèmes naturels de purification de notre planète sont considérablement surchargés. La nature et les êtres vivants subissent de plus en plus les conséquences de la pollution avec le développement industriel et la croissance démographique. La pollution de l'eau qui affecte les rivières, les mers, les nappes phréatiques et les lacs, est le résultat du rejet des eaux usées sans traitement ou un niveau de traitement insuffisant: Cela provoque une dégradation de l'écosystème. Le problème est encore plus grave dans le cas des effluents industriels qui présentent un caractère toxique. L'effluent désigne les eaux (généralement altérées par pollution organique, chimique, thermique...) sortant de chez un usager ou un groupe d'utilisateurs. Généralement, les effluents nécessitent un traitement, plus ou moins léger en fonction du degré d'altération des eaux, avant rejet dans le milieu naturel.

Le traitement des effluents peut prendre différentes formes: processus physiques, chimiques ou biologiques, compris le tri, qui modifient les caractéristiques des déchets de manière à en réduire le volume ou le caractère dangereux, à en faciliter la manipulation ou à en favoriser les valorisations. Le choix d'un procédé pour le traitement des rejets dépend d'un certain nombre de facteurs dont les plus significatifs: La composition de l'effluent, le type de la réutilisation, la qualité des besoins et la dimension de l'installation (**Hrrlekas, 2008**)

Face aux pénuries d'eau dans les dernières décennies et afin de préserver les ressources en eau, encore saines, et la protection de l'environnement ainsi que la santé publique, l'Algérie a adopté un programme riche en termes de traitement des eaux usées par la mise en service à la fin 2010, de plus d'une centaine de stations d'épuration, qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en

agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux **.(Ministère des ressources en eau,2006)**

Les procédés d'épuration utilisés, dont l'objectif principal est d'éliminer la pollution organique sont: procédé à boues activées, le lagunage et les lits bactériens. La phase de traitement biologique par boues activées représente une phase clé de la chaîne globale d'épuration des eaux usées qu'elle est largement utilisée. **(Kesbi, 2014)**

Ce mémoire est structuré en trois grands chapitres. Dans un premier chapitre, nous présenterons l'aspect général des eaux usées ; le deuxième est consacré à une synthèse sur les stations d'épuration. Dans le dernier, nous faisons une synthèse sur l'inventaire des différentes stations d'épuration à l'échelle nationale.

Chapitre 1: Généralités sur les eaux usées

Introduction :

Les activités humaines ; domestiques, agricoles et industrielles produisent toutes sortes de déchets et de souillures qui sont transportés par voie liquide. Ils sont susceptibles d'engendrer différentes sortes de pollution et de nuisance dans le milieu récepteur.

Au cours de ce chapitre, nous présenterons; l'origine, les caractéristiques de la pollution ainsi que la composition moyenne d'une eau usée.

1. Définition de la pollution des eaux

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution. **(Benelmouaz ,2015)**

2. Types de pollution:

2.1. Pollution physique:

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) **(Rahou Kada, 2014)**

2.2. Pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines **(Aroua, 1994)**

2.3. Pollution microbiologique :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces

organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille: les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**Baumont et al., 2005**)

2.4. Pollution par le phosphore :

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire (**Bouafia, 2010**)

Le phosphore est un élément nutritif, Sa présence en abondance dans les milieux hydrauliques superficiels est une problématique, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (**Mizi,2006**)

2.5. Pollution par l'azote :

L'élément azote existe principalement sous forme ionique (ammonium NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^-) ainsi que sous forme gazeuse (N_2). L'origine de ces polluants est par ordre décroissant : L'utilisation massive des engrais, le développement industriel et le rejet des eaux résiduaires urbaines. Nos eaux usées contiennent de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. Ces ions se transforment en milieu acide faible en ions nitrites qui sont toxiques pour l'organisme humain, puis en nitrates qui constituent aussi un agent fertilisant susceptible de favoriser le développement excessif des algues dans le milieu aquatique (**Hrrlekas, 2008**)

3. Impact de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement

La pollution peut exercer des effets qui, différés dans le temps et dans l'espace induisent des nuisances sur la santé humaine, l'écologique et l'agricole.

3.1. Conséquences sanitaires

Les effets de la pollution des eaux sur la santé humaine diffèrent selon le mode de contamination qui peut être par ingestion ou par simple contact sans négliger les modes de contamination intermédiaires, en particulier la consommation de produits alimentaires eux même contaminés par des eaux polluées (**Oubacha, 2011**). L'absorption d'un polluant par voie digestive peut générer.

- Des effets à courts termes dits aigus causés par une seule absorption.
- Des effets à moyen terme engendrés par une absorption permanente pendant plusieurs moi

- Des effets à long terme dits effets chroniques ou retardés causés par absorption tous au long d'une vie. Une moyenne de 70 ans étant habituellement retenue. **(Rodier, 1984)**

3.2. Les conséquences écologiques

Les conséquences écologiques de la pollution des ressources en eau se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques. Comme tout le milieu naturel, un écosystème aquatique dispose d'une capacité propre à éliminer la pollution qu'il subit : c'est sa capacité "d'autoépuration" cependant, lorsque l'apport de substances indésirables est trop important, que cette capacité épuratoire est saturée, les conséquences écologiques peuvent être de différentes natures. **(Baouia, et Habbaz, 2006)**

3.3. Les conséquences agricoles

L'eau est dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée). La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau. Du même, les boues issues de traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols. **(Ghettas, 2009)**

4. Définition des eaux usées :

Les eaux usées constituent l'ensemble des déchets liquides produits par l'homme pour ses propres besoins et au cours de ses activités domestiques, agricoles et industrielles, les eaux usées constituent un milieu de culture pour de très nombreuses espèces de micro organismes pathogènes et à ce titre elles pouvant être à l'origine de graves problèmes de santé publique surtout dans les pays où les conditions d'hygiène sont défavorables **(Bouziani ,2000)**

4.1. Origine des eaux usées :

Suivant l'origine et la qualité des substances polluante, on distingue quatre catégories

4.1.1. Les eaux usées domestiques:

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. Elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent **(Baumont et al., 2005 ;Chocat ,1997; Franck, 2002)**

- Des eaux de cuisine, qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides protides), et des produits détergents ;
- Des eaux de buanderie, contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bains, chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement de matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes, qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes.

4.1.2. Les eaux usées industrielles:

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semiindustrielles (station de lavage et graissage, station d'essences,...etc qui sont caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution (**Khadraoui,2008**). Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leur caractéristique varie d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en substances chimiques, organiques et métalliques, selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir (**Taib Abderrahmane, 2014**)

- Des hydrocarbures (raffineries)
- Des métaux (métallurgie)
- Des acides, des bases et divers produits chimiques
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques)
- Des matières radioactives (centrales nucléaires)

4.1.3. Les eaux usées agricoles:

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. (**Gérard Grosclaude,1999**). Il s'agit principalement des:

- Fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation)
- Produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides).

4.1.4. Les eaux pluviales:

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques: de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents , etc. **(Desjardins ,1997)**)

4.2. Caractéristiques des eaux usées :

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique, ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyse. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes **(Mekhalif,2009)**

4.2.1. Les paramètres organoleptiques :

➤ La couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement **(Rejsek,2002)**. La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration **(Rodier, 2005)**

➤ Odeur :

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

✓L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

✓ La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances **(Rodier ,2005)**

4.2.2. Les paramètres physico-chimiques :

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physicochimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels.

➤ La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (**Rodier , 2005**).

➤ Potentiel hydrogène (pH):

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien.

➤ La 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, 2012**)

➤ Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des particules solides très fines qu'on peut voir à l'œil nu. Théoriquement, elles déterminent la turbidité de l'eau et limitent la pénétration de la lumière diminuant ainsi la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique (**Hadj sadok et al.,2009**)

➤ La conductivité électrique (CE) :

La conductivité d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$ et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm/cm . La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Desjardins ,1997)

➤ Oxygène dissous (OD):

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement **10mg/1**. Elle est en fonction de l'origine de l'eau; l'eau usée domestique peut contenir de **2 à 8 mg/1** (Ladjel ,2006)

➤ Résidu Sec (RS) :

Le résidu Sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de **100 mg/l** (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de **1000 mg/l**. (Khelili, et Lazali ,2015)

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé. (Rodier et al.,1996)

➤ Salinité :

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans **1L** d'eau. Elle s'exprime en **g** par **Kg** d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner . (Gaujous,1995)

4.2.3. Les paramètres de pollution:

➤ Demande chimique en oxygène (DCO) :

Elle correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné.

L'oxydation est réalisée ici par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le permanganate de potassium à chaud en milieu acide). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/l d'oxygène, correspond à la DCO .(**Rakrek,2013**)

➤ **Demande biologique en oxygène (DBO5) :**

La demande biochimique en oxygène (DBO) est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant 5 jours, à 20°C et dans l'obscurité, par certaines matières présentes dans l'eau, principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique. La mesure de la quantité d'oxygène consommée est suivie dans une solutionensemencée ou non (**Rodier,1984**)

Le rapport DCO/DBO5 est l'indice de la biodégradabilité d'une eau. La biodégradabilité traduit d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux (**Oularbi,2015**).

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient k tel que :

$$K=DCO/DBO5$$

Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;

Si $1,5 < k < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Si $2,5 < k < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si $k > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient k très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures, etc

La valeur du coefficient k détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique

➤ **L'azote :**

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral, il constitue la majeure partie de l'azote total (**Metahri,2012**). Les différentes formes de l'azote qui existent dans les eaux usées sont:

a) L'azote de Kjeldahl :

L'azote de Kjeldahl comprend l'azote sous les formes organiques et ammoniacales

(NH₄⁺), à l'exclusion des formes nitrites et nitrates. La présence d'azote organique est un signe de pollution des eaux usées

NTK (Azote Kjeldahl) = N organique + N ammoniacal (NH₄⁺)

b) L'azote ammoniacal :

La présence d'ammoniaque en quantités importante est l'indice de contamination par des rejets d'origine humaine ou industrielle. L'ammoniaque présente une forte toxicité pour tous les organismes d'eau douce. La proportion de NH₃ augmente en fonction croissante du pH et de la température . (**Rejsek,2002**)



➤ Les nitrates NO₃

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs stimule le développement de la faune aquatique. Les bactéries nitrifiantes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (**Mekhalif,2009. Rodier ,2009**)

➤ Les nitrites NO₂

Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH₄⁺) et les nitrates. Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification.

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température (**Rodier ,2009**)

➤ Phosphore total (PT) :

Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes:

- D'orthophosphate, soluble PO₄H₂.
- De polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate.

- De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie (Mizi, 2006. Mekhalif, 2009)

Les phosphates PO_4^{3-} sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration. (Rodier, 2005)

4.2.4. Les paramètres microbiologiques :

La présence des bactéries (coliformes fécaux, coliformes totaux,...) indiquent une contamination de l'eau par des matières fécales.

L'eau ne doit contenir ni microbe, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie.

Le dénombrement bactérien consiste à rechercher des bactéries, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques. (Belala, 2006)

➤ Les coliformes totaux et fécaux :

Sous le terme de «coliformes» est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*.

La définition suivante a été adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme «coliforme» correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement Anaérobies, capables de croître de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C.

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Les coliformes fécaux sont appelés aussi les coliformes thermo-tolérants, ce sont des coliformes qui fermentent le lactose mais à 44°C. Le germe *Escherichia coli* est le type de coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante.

(Joly et Reynaud, 2003; Kesbi, 2016)

➤ Les streptocoques fécaux (SF) :

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcaceae, sont des cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte chaîne, à gram négatif.

Les concentrations en streptocoques fécaux sont, dans les milieux naturels autres que ceux spécifiquement pollués par le bétail, inférieures à celles des coliformes fécaux. Il faudra tenir compte de cette différence des concentrations (que l'on peut évaluer à un rapport de 1 à 2 ou 4) dans le choix des prises d'essai (**Kesbi, 2016**)

➤ Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (**Cshapf, 1995**)

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les *rotavirus*, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (**Asano, 1998**)

➤ Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries par 100 ml. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les *salmonella* responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux (**Feray, 2000**)

➤ Les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. (**Aroua, 1994**) Parmi les protozoaires les plus importants du point

de vue sanitaire, il faut citer *Entamoebahistolytica*, responsable de la dysenterie amibienne et *Giardialamblia* . (Asano ,1998)

➤ Helminthes :

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'oeufs et proviennent des excréments des personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, respiratoire ou par voie cutanée.(Ghazi ,2015). La concentration en oeufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ oeufs par litre. On peut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyurisvermicularis*, *Trichuristrichuria*, *Tænia saginata* (Pierre ,1990)

5. Normes des eaux:

5.1. Normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi.

5.2. Normes Algériennes :

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le **tableau.1**

Tableau (1): les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

Les paramètres	Les valeurs maximales	Unités
Températures	30	C°
pH	6.5à8.5	-
MES	35	Mg/l
DBO5	35	Mg/l
DCO	120	Mg/l
Azote Kjeldahl	30	Mg/l
Phosphates	02	Mg/l
Phosphore total	10	Mg/l
Cyanures	0.1	Mg/l
Aluminium	0.3	Mg/l
Cadmium	0.2	Mg/l
Fer	3	Mg/l
Manganèse	1	Mg/l
Mercure total	0.01	Mg/l
Plomb total	0.5	Mg/l
Cuivre total	0.5	Mg/l
Zinc total	3	Mg/l

Chapitre 2

Les stations d'épuration

1.Introduction :

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible. L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore, etc.). Elle se fait dans des stations d'épuration qui comportent des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites (**Baumont et al., 2005**)

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en quatre catégories : les prétraitements, les traitements primaires, secondaires et tertiaires.

1. Définition de l'épuration:

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution de l'environnement et non de produire de l'eau potable (**Saggai M M, 2004**).

2. Paramètres et le choix d'une technologie de traitement des eaux usées :

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte (**Bekkouche, Zidane, 2004**) :

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension, etc.)
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.)
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien.

3. Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (**Banzaoui et Elbouz ,2009**).

4. Les étapes d'épuration des eaux usées

Une station d'épuration comprend obligatoirement deux filières de traitement, la filière eau et la filière boue. Les résidus générés de cette dernière, sont traités et déshydratés avant leur évacuation.

4.1. Traitement des eaux usées

Dans la filière eau, l'eau est débarrassée de différents polluants avant son rejet dans le milieu naturel (**Gaid, 1984 ; Joseph et al., 2002**):

- Un prétraitement qui permet d'éliminer de l'eau les matières en suspension (déchets grossiers, sables...) et les huiles.
- Un traitement primaire qui permet aux matières en suspension de se déposer par simple gravité sous forme de boues.
- Un traitement secondaire élimine les matières en solution dans l'eau (matières organiques, substances minérales...)
- La clarification (décantation secondaire)

Certaines stations sont également équipées d'un traitement tertiaire et il 'agit d'un traitement complémentaire ou « affinage » dans le but, soit d'une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles, soit de la protection du milieu récepteur pour des usages spécifiques

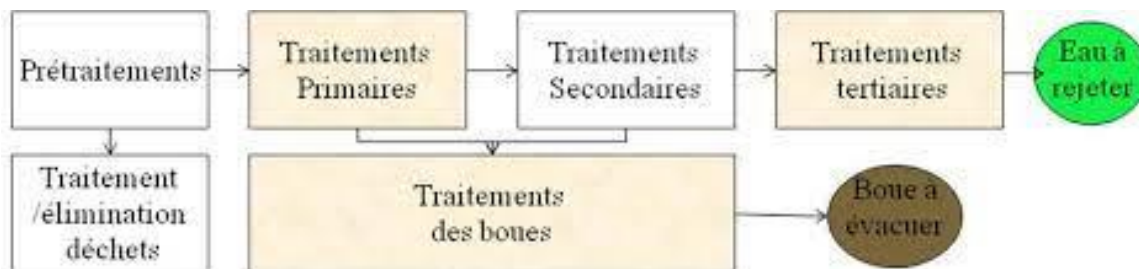


Figure 1: les étapes de traitement

A. Prétraitement:

L'objectif principal de cette étape est de séparer de la phase liquide les matières solides grossières, parmi les étapes de prétraitements on peut citer : le dégrillage, le dessablage, déshuilage et le dégraissage.

1. le Dégrillage

1.1. Le Dégrillage grossie

- Rétention mécanique des déchets (papiers, fibres textiles, plastiques,) de dimension $>15\text{mm}$
- Les déchets sont pressés et évacués en incinération. (Fig. 2 et 3)

Figure 02 : le Dégrillage grossier



Figure 03 : la bine des dech



1.2. Le Dégrillage fin :

- Selon la figure (03) la rétention mécanique de tous les petits corps étrangers (plastique,..) de dimension $> 6,0\text{ mm}$, pouvant perturber le fonctionnement des installations.
- Les déchets sont pressés et évacués en incinération. D'après la Fig. (4)

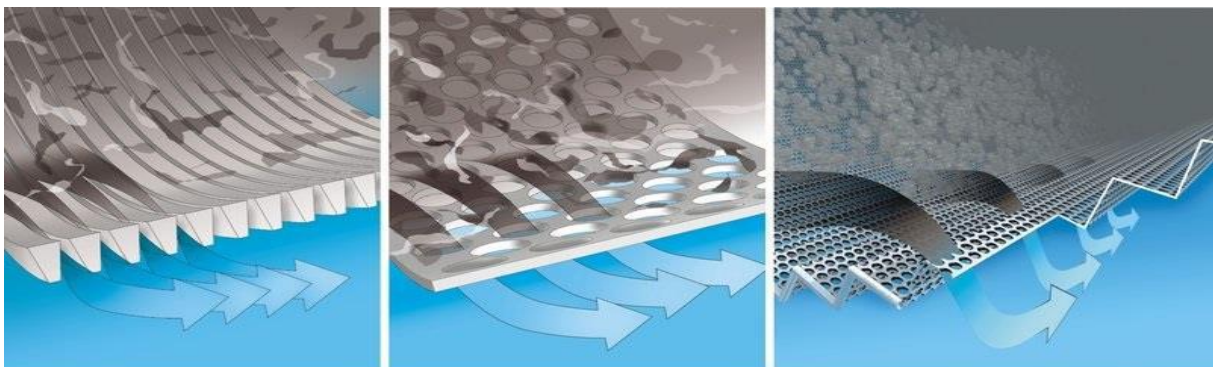


Figure 04: le procédé de dégrillage fin

2. Le Dessablages déshuilages :

2.1. Le Désableurs

Cette opération est indispensable pour éviter le colmatage des canalisations, surtout si elles sont enterrées, et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) d'après la Figure (5 et 6) (Ghettas, 2009)

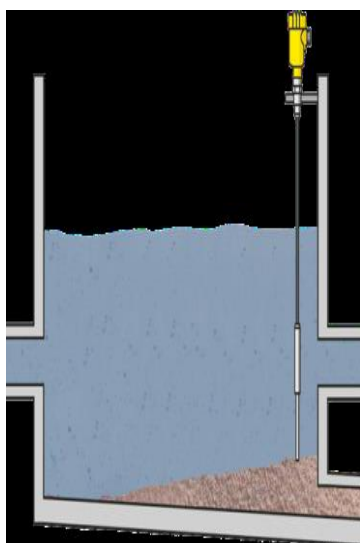


Figure 05 : le Dessableur

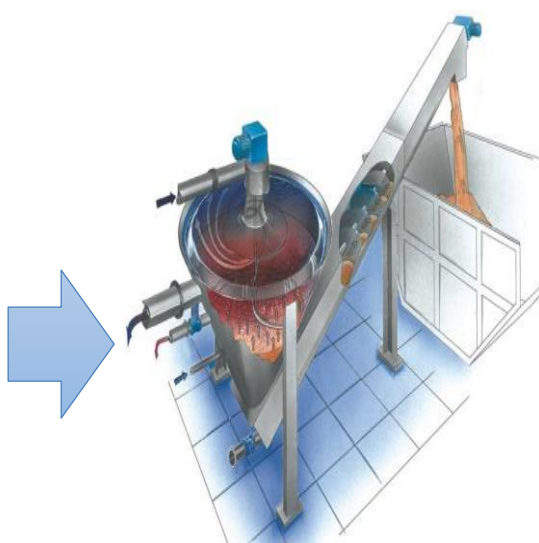


Figure 06 : le classificateur à sable

2.2. Le Déshuileurs :

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. (Ghettas, 2009)

B. Le traitement secondaire (biologique)

1. Le traitement par boues activées

Le procédé à boues activées est un système fonctionnant en continu dans lequel, des micro-organismes sont mis en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques. De l'oxygène est injecté dans le mélange, permettant de fournir aux bactéries cet élément vital à leurs besoins respiratoires. (Mahdjar, 2016).

Le procédé à boues activées est composé par trois zones sont :

1.1. La Zone anaérobie (Déphosphatation)

- La Provenance du phosphore : détergents industriels, produits de nettoyage sous forme de phosphates principalement.
- Les phosphates jouent un rôle dans l'eutrophisation des eaux.

1.2. La Zone anoxie (Dénitrification)

- La Recirculation de l'eau épurée après nitrification dans une biologie anaérobie
- La Réduction de la charge de NO_3^- par transformation en N_2 au moyen d'une source carbonée.
- La Réduction réalisée par bactéries hétérotrophes (*Pseudomonas* dénitrifiant,) utilisant l'oxygène du NO_3^- comme accepteur final d'électrons.

1.3. La Zone aérobie (Nitrification)

- La Provenance des composés azotés : déjections humaines et animales.
- L'élimination de l'azote ammoniacal par bactéries nitrifiantes fixées sur matériaux filtrants (*Nitrosomonas* & *Nitrobacter*).
- L'Injection d'air (traitement aérobie).
- L'oxydation de l'ammonium en nitrates. d'après la Figure (6)

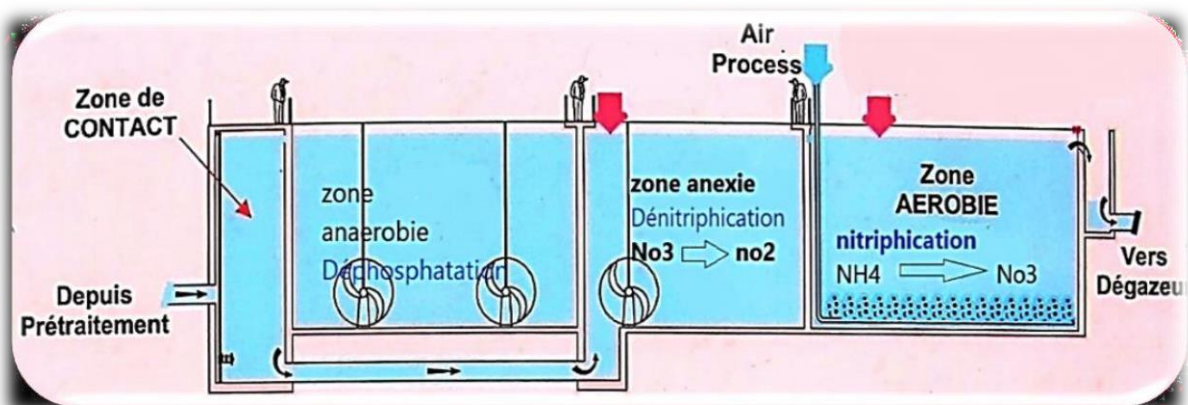


Figure 07 : le procédé de traitement secondaire (biologique) dans les 3 zones.

C. Le traitement tertiaire (ou de finition)

1. Le décanteur (la décantation)

Dans une station d'épuration, le décanteur l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur. le bonfonctionnement

de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité.

Les ouvrages cylindriques munis de racleur de fond sont à prescrire pour les boues activées. La hauteur d'eau à la périphérie ne doit pas être inférieure à 2,80 m. Toute sur-profondeur d'un décanteur secondaire est à considérer comme facteur sécurisant au plan hydraulique. (Fig. 7). La recirculation permet :

- De maintenir une concentration en MES constante et correcte dans le bassin d'aération.
- D'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur et le débordement du lit de boue.
- De limiter le temps de séjour dans le clarificateur pour garantir une bonne qualité de boue.

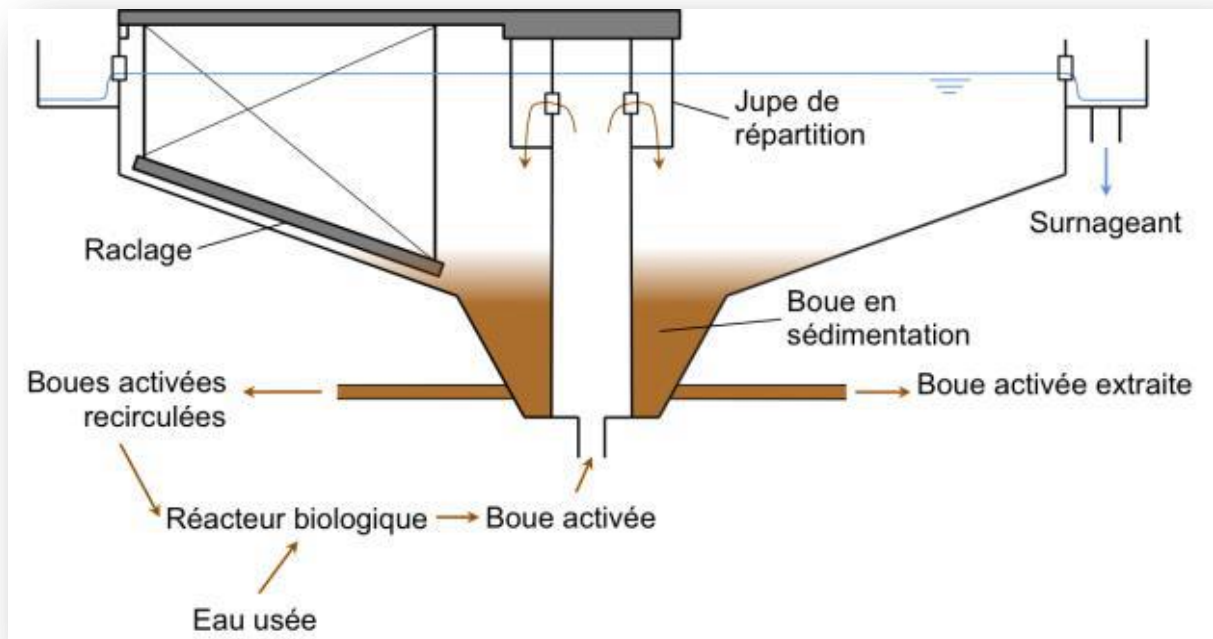


Figure 08 : Schéma de décanteur la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée
Rejetée

2. La Désinfection

La désinfection est un traitement qui permet de détruire et d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies. Ce traitement n'inclue pas nécessairement la stérilisation, qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné. On

peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique doté de propriétés germicides.

Il existe généralement deux types de désinfection :

- ✓ La désinfection chimique.
- ✓ La désinfection physique.

2.1. La désinfection chimique

- Le chlore.
- L'hypochlorite de sodium (eau de javel).
- Le dioxyde de chlore.
- Peroxyde d'hydrogène.
- Le brome
- L'ozone (O₃).

2.2. La désinfection physique

- Le rayon ultraviolet UV.
- l'ébullition.
- les rayons gamma (Saadi, 2013).

4.2. Le traitement des boues

Les boues extraites des décanteurs ont une teneur en eau voisine de 85 % et sont fermentescibles. En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement et d'un conditionnement ayant comme objectif de réduire leur volume et de les stabiliser.

4.2.1. L'épaississeur

Est le passage obligé pour réduire à faible coût le volume des boues à traiter. Il agit comme un décanteur et réduit légèrement la teneur en eau.

4.2.2. La Digestion

La digestion est un procédé de stabilisation, elle se traduit par une dégradation de matières organiques volatiles. Elle vise les objectifs suivants:

- Réduire le volume et la masse de boues à un de limiter les couts d'évacuation,
- La Stabiliser la boue, c'est à dire la transformer de telle sorte qu'elle devienne très lentement biodégradable. Cette stabilisation doit se traduire concrètement par l'absence de nuisances et une destruction partielle de germes pathogènes,

- Produire une boue de bonne qualité. (Chaouch, 2013)

4.2.3. Les Lits de séchage

Le principe du lit de séchage est d'épandre des boues liquides sur une grande surface avec un lit constitué de graviers et de sable, permet la réduction significative de la teneur en eau par utilisation d'énergie solaire thermique, Il se pratique soit à l'air libre soit en bâtiment fermé avec une ventilation mécanique.

Cette technique présente des avantages puisque on utilise une source d'énergie renouvelable, ainsi que les boues séchées viendront par cette technique peuvent être acceptées par diverses filières de valorisation énergétique ou d'élimination. (Bouaissa, 2015)

Tableau 02 : Les différents types des boues selon leur origine et leur composition

Type de boue	Boues primaires	Boues biologiques (boues secondaire ou boues activées)	Boues mixtes	Boues physico-chimiques
Origine	Traitement primaire par décantation	Traitement biologique secondaire	Traitement primaire et secondaire	Décantation après traitement avec un réactif
Composition	Matière inorganique	Composés organiques avec un petit pourcentage de composés inorganiques	Mélange de boues primaires et de boues biologiques	Mélange des réactifs chimique et des boues
Siccité	couleur grise siccité 5%	Boue granulaire, de couleur brun-jaunâtre, pulvérulente et de décantation difficile siccité 1-2%	siccité 5%	siccité 4-5%

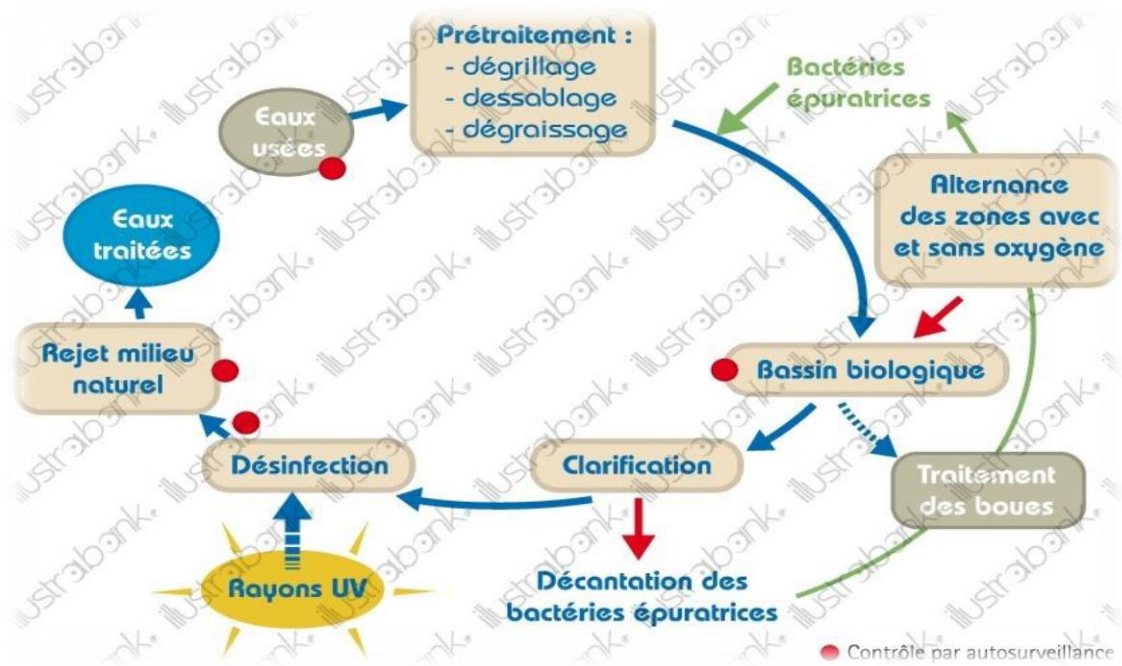


Figure 09 : Les étapes de traitement des eaux usées de la station d'épuration à boue active

Chapitre 3

Inventaire des stations d'épuration en Algérie

Introduction:

Depuis les années 1970, l'État algérien investit considérablement dans le secteur de l'eau à travers des programmes très importants de mobilisation: barrages, forages, infrastructures de transferts considérables vers les régions déficitaires et unités de dessalement de grandes capacités (**Merabet-Baghli et al., 2018**). Ces mobilisations étaient destinées essentiellement à l'alimentation en eau potable en priorité afin de répondre aux besoins accrus et urgents en eau des citoyens aux dépens des eaux de l'hydraulique agricole. Afin de garantir un équilibre dans la répartition de la ressource, le secteur des ressources en eau a dû intervenir dans le domaine de la mobilisation de l'eau conventionnelle (eaux de surface et souterraines) et non conventionnelle (eaux usées épurées, eaux dessalées et eaux déminéralisées) au profit de l'agriculture. L'objectif étant l'autosatisfaction et la sécurité alimentaires.

➤ Contexte géographique et administrative

L'Algérie est un pays de l'Afrique du nord. Le pays se limite au nord par la mer Méditerranée.

Vaste territoire, sa superficie est de 2 381 741 km² (Equivalent de 238 millions ha), donnant ainsi un rectangle équivalent de 1 190,87 km de largeur et de 2000 km de longueur, elle offre des paysages diversifiés qui s'étendent de la mer Méditerranée au Nord, jusqu'au Sahara central au Sud. Néanmoins, elle est caractérisée par de multiples contrastes physiques, climatiques et humains.

L'Algérie dispose d'un littoral de 1200 km de longueur, qui présente des richesses maritimes, des activités touristiques et portuaires. Administrativement, l'Algérie est divisée en 58 départements ou wilayas et 5411 communes.

➤ Contexte hydrographique

✓ Régions naturelles et occupation du territoire

Au plan physique, le territoire algérien est caractérisé par une complexité topographique. Il est constitué de trois grands ensembles très nettement différenciés:

1. La frange tellienne qui n'occupe que 4% de la superficie du pays, d'une bande variant de 100 km à 150 km de largeur et réunit les plaines littorales, les plaines telliennes et les massifs montagneux; c'est la zone la mieux arrosée de l'Algérie,
2. Les Hauts Plateaux et l'Atlas saharien occupent 9 % du territoire, d'une bande qui varie entre 300 km et 350 km de largeur.
3. Le Sahara, vaste désert, qui s'étend sur 87% de l'espace du pays.

✓ Caractéristiques climatiques

Le climat est de type méditerranéen, caractérisé par quatre saisons distinctes. La pluviométrie concerne surtout le nord du pays, elle est estimée selon l'Agence National des Ressources en Eau (ANRH) à 94,3 milliards m³ dont 82 milliards m³ (87 %) s'évaporent et seulement un huitième soit 12,4 milliards m³, constitue le débit annuel de l'ensemble des cours d'eau. Une petite fraction de 3 milliards m³ s'infiltré pour recharger les nappes souterraines.

La pluviométrie varie beaucoup sur le territoire, allant de 2000 mm sur les hauts reliefs de l'est à moins de 100 mm au nord du Sahara. La moyenne nationale est de 450 mm. Cependant des écarts significatifs existants entre l'est et l'ouest. La région oranaise est en général moins arrosée que celle du Constantinois. On peut retenir que la pluviométrie à l'échelle nationale fluctue entre 600 mm à l'est, 400 mm au centre, 300 mm à l'ouest et 100 mm au sud des plateaux.

Population:

Les précédents recensements montrent que l'Algérie a connu un accroissement rapide de la population, passant de 12 millions d'habitants en 1966, à 37 millions actuellement, dont 60% vivent en zone littorale. On a:

- 9 algériens sur 10 vivent dans le nord du pays sur 13% de la superficie du territoire.
- 6 algériens sur 10 vivent dans 579 agglomérations urbaines.

Cet accroissement de la population entraîne une demande en eau importante. A cette situation que l'on qualifie de normale, on doit ajouter les effets de la sécheresse qui touche le pays. Cet état de fait a amené les décideurs à opter pour plusieurs solutions:

- L'augmentation du nombre de forages, donc une sollicitation plus accrue des nappes littorales, d'où une perturbation de l'équilibre de l'interface eau salée-eau douce.

1. Resource hydrique en Algérie

L'Algérie se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ par habitant et par an.

Si en 1962, la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1500 m³, elle n'était plus que de 720 m³ en 1990, 680 m³ en 1995, 630 m³ en 1998. Estimée à environ 500 m³ à l'heure actuelle, elle ne sera que de 430 m³ en 2020 et serait encore plus réduite ramenée aux ressources en eau mobilisables.

La problématique de l'eau est indissociable du développement durable dans la mesure où l'eau doit permettre de répondre aux besoins des générations actuelles sans hypothéquer, par des effets peu ou non réversible, la capacité des générations futures à satisfaire les leurs.

Il faudrait disposer entre 15 et 20 milliards de m³ par an, en réservant 70% à l'agriculture, pour parvenir à une sécurité alimentaire satisfaisante. C'est un défi titanesque lorsqu'on sait qu'on mobilise à peine au plus 5 milliards de m³ d'eau par an (**Conseil National Economique et Social, 2004**).

L'eau n'est pas uniquement une matière première renouvelée mais finie et irrégulière, elle n'est pas non plus un don de ciel inépuisable et éternellement pure.

Les risques d'appauvrissement des ressources en eau imputables à d'éventuels changements climatiques sont à prendre sérieusement en compte, d'autant que la pression exercée sur ces ressources ne cessera de s'amplifier sous les effets conjugués de la croissance démographique et des politiques appliquées vis-à-vis des activités consommatrices d'eau, notamment l'agriculture, l'industrie et le tourisme

Le début du 21^{ème} siècle s'annonce donc sous le signe d'une aggravation des pénuries d'eau, particulièrement dans les régions Ouest du pays en dépit du recours à d'autres formes de mobilisation de l'eau envisagée

Les pollutions des eaux et la pression démographique influent négativement sur la disponibilité en eau déjà faible.

L'érosion importante qui affecte les plaines septentrionales diminue à la fois le potentiel agricole et les capacités de mobilisation des ressources en eau du pays.

Par ailleurs, les pertes totales dans les réseaux d'irrigation sont estimées globalement à 40% des prélèvements; elles dépasseraient 50% dans les villes et fluctuent généralement entre 30% et 70%. Ce phénomène, tellement répandu au point de devenir banal, a fini par donner l'impression qu'il relevait d'une fatalité naturelle. Dès lors, la question qu'il conviendrait légitimement de poser n'est-elle pas de savoir si les actions préconisées sont suffisamment pertinentes lorsqu'on sait que la dotation domestique moyenne nette est de l'ordre de 55 litres par habitant et par jour et pratiquement dans toutes les villes où le service de l'eau n'est pas continu. Les populations sont exposées aux maladies parce qu'elles sont alimentées en eau par citernes ou parce qu'elles stockent de l'eau. Les volumes d'eau non facturés au niveau des établissements de l'eau atteint 50%. (Actes des assises sur l'eau, 1995).

2. La répartition des eaux en Algérie

Le territoire algérien couvre une superficie de près de 2,4 millions de km², mais 90% de cette étendue correspondent à un désert où les précipitations sont quasi-nulles. Dans cette partie du territoire, les ressources en eau superficielles sont très faibles et limitées essentiellement à la partie du flanc septentrional de l'Atlas ; les ressources souterraines y sont par contre abondantes mais sont très faiblement renouvelables (nappes du Sahara septentrional). Le potentiel des ressources en eau renouvelables est localisé dans le Nord de l'Algérie qui englobe les bassins tributaires de la Méditerranée et les bassins fermés des Hauts Plateaux.

Les potentialités en eau du pays sont estimées à un peu moins de 20 milliards de mètres cubes, dont 75% seulement sont renouvelables (60% pour les eaux de surface et 15% pour les eaux souterraines). Les ressources non renouvelables concernent les nappes du Sahara septentrional qui seraient exploitées comme un gisement et qui se traduit donc par un abatement continu du niveau de ces nappes. Les ressources en eau dépendent du climat qui dans le cas de l'Algérie est aride à semi-aride. Elles sont donc peu abondantes et correspondent globalement à 12.4 milliards de mètres cubes pour les eaux de surface et 2.8 milliards de mètres cubes d'eaux souterraines dont 800 millions de mètres cubes dans le Sud (ressources en eau renouvelables).

Schématiquement, les ressources en eau superficielles décroissent du Nord au Sud, au fur et à mesure que croissent les ressources en eau souterraines.

Au Nord du pays, les ressources mobilisées totales sont destinées à raison de 55,3 % à l'irrigation (2,1 milliards de mètres cubes), de 34,2 % à l'alimentation en eau potable (1,3 milliard de mètres cubes) et 10,5 % à l'industrie (0,4 milliard de mètres cubes).

Au niveau des Hauts Plateaux et du Sahara, pauvres en eaux de surface, correspondent des ressources souterraines ; de vastes nappes profondes aux circulations complexes, y ont été mises en relief, elles présentent l'inconvénient de n'être pas renouvelables au Sahara **(DGAIH, ANRH, Groupement BETURE/CARL SALZGITTER, 1997)**.

La pollution des ressources en eau commence à atteindre des proportions inquiétantes notamment dans la région Tellienne où se trouve la plus grande partie des ressources en eau. La disponibilité en eau déjà faible risque de l'être davantage du fait de cette pollution des eaux usées mais également des pollutions chimiques (industrie et agriculture).

Tableau 3: Répartition spatiale des eaux de surface et souterraines en Algérie (**Bouchedja, 2012**)

Régions hydrographiques	Eaux superficielles	Eaux Souterraines	Total de la ressource
Oranie, Chott Chergui	1 milliard de m ³	0.6 milliard de m ³	1.6 milliard de m ³
Cheliff, Zahrez	1.5milliard de m ³	0.33 milliard de m ³	1.83 milliard de m ³
Algérois, Hodna, Soummam	3.4 milliard de m ³	0.74milliard de m ³	4.14 milliard de m ³
Constantinois, Seybouse, Mellegue	3.7 milliard de m ³	0.43 milliard de m ³	34.milliard de m ³
Sahara	0.2 milliard de m ³	5 milliard de m ³	Nappe albienne

Tableau 4: La consommation d'eau par secteur d'activité 1975_2002 (Unité : Millions de m³)

Désignation	1975	1980	1989	1999	2002
Utilisation pour l'agriculture	2620	2450	2290	2029	1800
Utilisation pour l'industrie	100	133	166	116	200
Utilisation pour le secteur domestique	530	700	830	1130	1300
TOTAL	3250	3283	3286	3275	3300

En 2002, la consommation totale d'eau a atteint 3,3 Milliards de mètre cubes. Elle est répartie comme suit :

- 1,8 milliards de m³ pour l'agriculture ;l'industrie
- 0,2 milliards de m³ pour
- Et 1,3 milliards de m³ pour l'usage domestique.(Compendium national sur les statistiques de l'environnement – Algérie – 2006)

3. Historique de l'assainissement en Algérie

A l'indépendance, l'amélioration des conditions d'hygiène, aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, exigeait undéveloppement important des réseaux publics d'eau potableet

d'assainissement et ce, non seulement pour rattraper les retards dans ce domaine mais également pour tenir compte de l'accroissement démographique. Les différentes étapes qui ont marqué le processus engagé au double plan de l'organisation et des réalisations sont décrites dans les paragraphes suivants.

3.1. Au plan de l'organisation

➤ Au lendemain de l'indépendance

Les missions de l'hydraulique étaient réparties entre, d'une part, le secteur des travaux publics et, d'autre part, celui de l'agriculture.

Le secteur des travaux publics et de la construction assurait l'essentiel des missions à travers une direction centrale au niveau du ministère et deux services extérieurs : le SES (Service des Etudes Scientifiques — actuel ANRH) et le SEGGTH (Service des Etudes Générales et des Grands travaux Hydrauliques, actuelle ANB et en partie l'AGEP).

Le ministère de l'agriculture, de son côté, assurait toutes les prérogatives relatives à l'irrigation et à l'hydraulique rurale.

➤ De 1989 à 1999

Cette période a été notamment marquée par :

- la modification du statut des établissements de l'eau (passage du statut d'EPE à celui d'EPIC) (Algérie, 1992)
- l'institution d'une redevance assainissement de 10 % puis de 20 % de la facture d'eau potable.
- l'amendement du code des eaux pour élargir la concession du service public de l'eau potable au secteur privé national et international.
- la création des agences de bassins hydrographiques.

➤ De 2000 à ce jour

Le changement le plus important a été la création le 25 octobre 2000 d'un ministère des ressources en eau qui compte dans son organigramme une direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement (DAPE) (Décret exécutif 325-2000 du 25 octobre 2000 portant organisation de l'administration centrale du Ministère des Ressources en Eau.). Cette direction est chargée entre autre de :

- Définir et mettre en oeuvre la politique nationale en matière de collecte, d'épuration, de rejet et de réutilisation des eaux usées et pluviales.
- Elaborer et suivre la réglementation technique en matière d'étude, de réalisation et d'exploitation des ouvrages d'assainissement.

— Fixer les normes d'exploitation et d'entretien des réseaux de collecte des eaux usées et pluviales et des systèmes d'épuration.

Les premières décisions du ministère ont été de créer ou reconduire des agences et EPIC pour mieux gérer le domaine de l'eau, parmi ces EPIC on citera l'Office National de l'Assainissement (ONA). (Décret exécutif 01-102 du 21 avril 2001; Arrêté du 19 novembre 2001) qui est chargé surtout, par délégation :

— D'élaborer et de réaliser les projets intégrés portant sur le traitement des eaux usées et l'évacuation des eaux pluviales.

— De réaliser les projets d'études et de travaux pour le compte de l'Etat et des collectivités locales.

— D'élaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité.

— De réaliser directement toutes les études techniques, technologiques, économiques en rapport avec son objet.

— D'établir le cadastre des infrastructures d'assainissement et d'en assurer la mise à jour.

3.1.1. La réalisation

A l'inverse de la construction des barrages assurée par l'administration centrale (DPRH — 1970 à 1979 — DGIH — 1980 à 1985 — ANB à partir de 1985), les projets d'alimentation en eau potable et d'assainissement ont été réalisés essentiellement par les collectivités locales avec l'appui des Directions de l'Hydraulique de Wilaya, notamment pour ce qui concerne les réseaux de distribution d'eau et ceux d'assainissement. Il faut noter qu'une grande partie des réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement dans les cités, ont été réalisés par les OPGI et les EPLF.

Les projets d'alimentation en eau potable et d'assainissement ont été, dans leur grande majorité, réalisés par des entreprises algériennes. Les équipements des stations de pompage, de traitement et d'épuration sont fabriqués par des fournisseurs étrangers mais les entreprises algériennes (PMH, ENCC, ENEL) interviennent partiellement dans ce domaine.

La participation du secteur privé dans les infrastructures hydrauliques reste limitée à la réalisation des adductions, réservoirs et réseaux d'eau potable et d'assainissement.

4.1.2. Le service public

En 1970, le monopole du service public de l'eau potable sur le territoire national, fut confié à la SONADE. Cette société fut dissoute en 1977, et le processus de gestion a connu par la suite d'autres mesures ayant entraîné, à la lumière des nouvelles dispositions du code des eaux (Loi

N° 83-17 du 16 juillet 1983, Ordonnance N° 96-13 du 15 juin 1996) à une réorganisation par le gouvernement. Aujourd'hui le service public de l'eau est assuré par 35 établissements de l'eau (9 établissements régionaux et 26 établissements de wilaya) et géré dans 40 % des communes. Le reste des communes assure son propre service public, en général par une gestion directe.

Le code communal de 1967, comme la loi 90-08 du 07 avril 1990 relative à la commune précisent clairement les prérogatives de la commune en matière de service public de l'eau (Loi N° 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune.)

L'article 107 de cette loi stipule que la commune a la charge de la préservation de l'hygiène publique notamment en matière de :

- Distribution de l'eau potable.
- Evacuation et de traitement des eaux usées.
- Lutte contre les vecteurs de maladies transmissibles.
- Lutte contre la pollution et protection de l'environnement.

De même que l'article 132 de la même loi précise que « la commune crée des services publics communaux en vue de satisfaire les besoins collectifs de ses citoyens, notamment en matière d'eau potable, d'assainissement et d'eaux usées... ».

4.1.3. Le financement

Au niveau des établissements de l'eau, les coûts d'entretien et d'exploitation des infrastructures d'eau potable et d'assainissement sont couverts par les redevances de la consommation d'eau, selon les décrets 85-267, 96-301 et 98-156.

Depuis la fin des années soixante, la quasi-totalité des infrastructures hydrauliques est réalisée sur le budget d'équipement (concours définitif de l'Etat). L'utilisateur ne participe que faiblement au coût du service public. Si on se base sur les crédits du budget de l'Etat dans le domaine de l'alimentation en eau potable et le chiffre d'affaire des établissements de l'eau constitué essentiellement du produit de la vente de l'eau, la participation de l'utilisateur se situerait autour de 20 % de son coût.

3.1.4. Le support juridique

L'évolution des structures et celle des textes sont intimement liées. Ils ont suivi la même cadence. De 1962 à 1994, une prolifération de lois, décrets et textes d'application (arrêtés, circulaires...) a vu le jour. Ces instruments ont été soit abrogés, soit annulés lors des suppressions de structures ou des changements de responsables.

Les dispositions législatives et réglementaires qui restent encore en vigueur et qui régissent les eaux continentales sont contenues dans les textes relatifs à l'eau, la santé, l'environnement, la wilaya, la commune ainsi que dans certaines lois de finances.

3.2. Au plan des réalisations

Avant 1970, la politique de l'eau a été une sorte de continuité de ce qui avait prévalu avant l'indépendance ; par la suite de nouveaux objectifs ont été définis par les pouvoirs publics. Ces objectifs sont contenus dans les différents plans de développement depuis le premier plan quadriennal 1970-1973 jusqu'au plan quinquennal 1985-1989.

En ce qui concerne l'assainissement, une enquête réalisée en 1998 par la DGIH (Algérie, 2000) , fait ressortir que le taux global de raccordement à un réseau d'égouts public de la population agglomérée est de 85 %, avec cependant de fortes disparités selon les wilayas.

Stations d'épuration : Dès les années 70, la protection des ressources en eau contre les effets de la pollution, a été prise en considération par les pouvoirs publics. C'est ainsi que de nombreuses stations d'épuration (STEP) ont été réalisées, d'abord dans le cadre des programmes locaux, ensuite dans le cadre des programmes sectoriels centralisés ou décentralisés. Les STEP en Algérie ont toujours évoqué un constat amer. Ce sont des ouvrages destinés fatalement à tomber en désuétude, à cause du degré de sophistication technique, d'une part, et d'un manque de compétence dans la gestion, d'autre part.

En effet à leur réception ces stations sont mises sous l'égide des communes. Sur les 45 STEP existantes, 31 sont à l'arrêt.

4. Situation du traitement des eaux usées en Algérie

4.1. Ouvrage de traitement et d'épuration des eaux usées

La protection des ressources en eau contre les effets de la pollution a été prise en considération par les pouvoirs publics algériens dès 1970 (Cate, 2000) C'est ainsi qu'à la fin de 1990, l'Algérie comptait au moins 36 stations en exploitation (Amine, 2008). Le nombre a passé à 200 STEP en 2015, avec une capacité d'épuration estimée à 12 millions Eq/H, soit 800 hm³/an sur un volume d'eau rejeté estimé à 1.4 milliard m³/an (APS, 2014)

L'ONA compte diversifier les projets entre station d'épuration et stations de lagunage, ainsi sur les 108 STEP en exploitation en 2014, 60 sont des stations de lagunages. Près de 350 stations de pompage sont gérées par l'ONA, 39.000 km de réseau d'assainissement avec la perspective de récupérer un total de 44.000 km en étendant son activité à de nouvelles wilayas. Cependant, avec les 927 Hm³/an de volume d'eau rejetée, la capacité théorique totale

d'épuration est de l'ordre de 700 Hm³/an. Cette quantité augmentera pour atteindre les 900 Hm³/an à l'horizon de 2020, soit une capacité de traitement de l'ordre de 75% (ONA, 2014.)

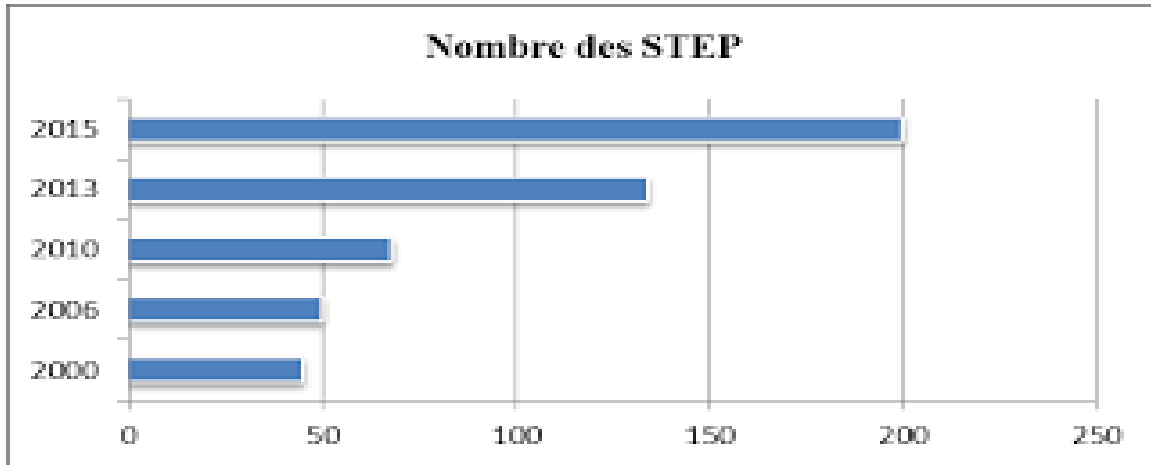


Figure 10: Evolution du nombre des STEP et stations de lagunage en Algérie (2000-2015). (Kasbadji, 2013)

En Algérie, les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau, au même titre que les eaux superficielles et souterraines, leur volume annuel est estimé entre 700 et 750 millions de m³ par an (Bouroubi Ouadfel Y, ONA, 2014) dont plus de 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de plus de 50 000 habitants (MRE, 2003). La capacité totale de traitement est près de 7 million Eq/H, soit un débit nominal journalier de plus d'un million m³/j (plus de 52% de la population raccordée à un réseau d'assainissement bénéficie d'un traitement d'eau usée). Selon le MRE, plus de 160 millions de m³ d'eaux usées ont été épurées en 2013, pour une population de près de 20 millions d'habitants (MRE, 2012)

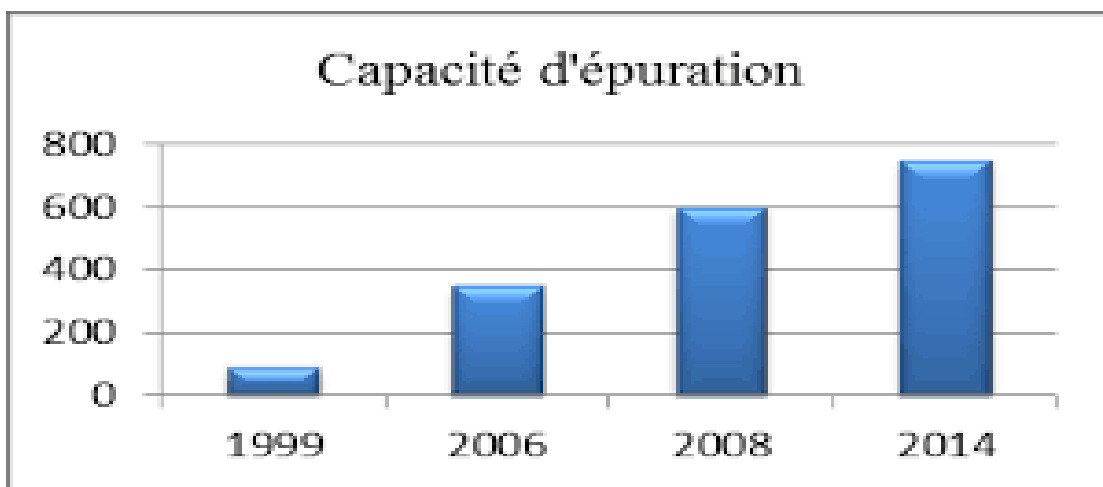


Figure 11: Evolution des capacités d'épuration (MRE, 2012)

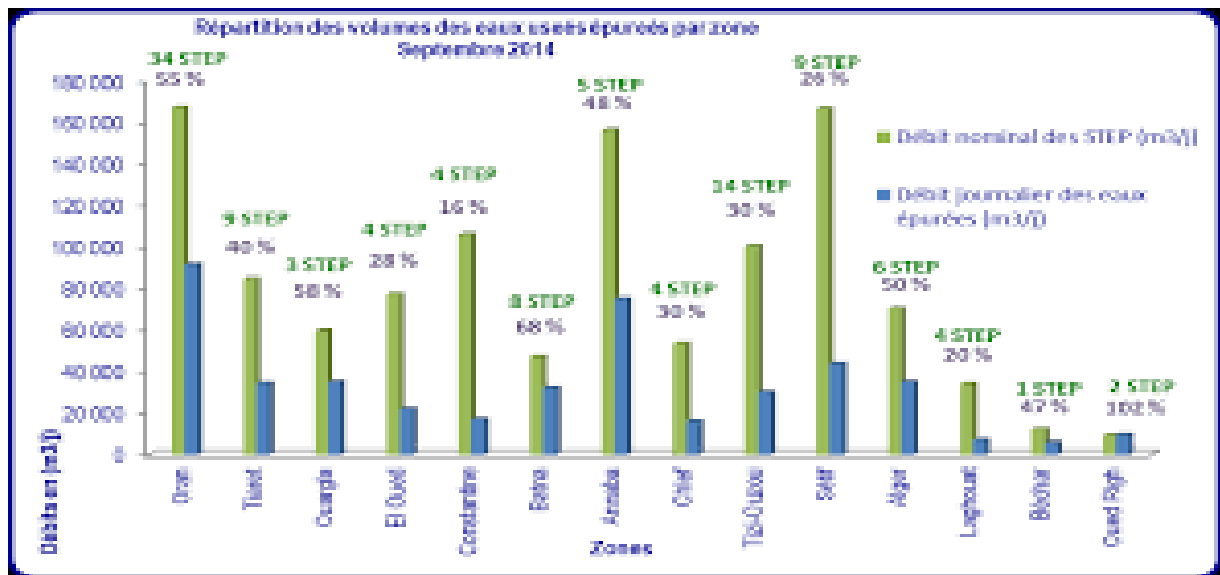


Figure 12: Statistiques sur les eaux usées épurées en Algérie (ONA, 2014)

Le potentiel de réutilisation des eaux usées à des fins agricoles, a connu une évolution de manière significative d'environ 45 millions de m³ en 2012 à environ 325 million m³ en 2014. (ONA, 2014).

Le ministre des Ressources en eau, Hocine Necib a annoncé le dégel des opérations Mds EUR) d'assainissement d'un montant de 84 Mds DZD (622 M EUR) ce qui porte à 280 Mds DZD (le plan de charge de son secteur). Cette mesure fait suite à la décision de l'Etat algérien de classer le secteur des Ressources en eau parmi les 3 priorités nationales aux côtés de la santé et de l'éducation.

Selon les dernières statistiques du ministère des ressources en eau, l'Algérie a investi 450 Mds DZD (3,334 Mds EUR) dans la réalisation de projets de réseaux d'assainissement et de stations d'épuration entre 2000 et 2013, et ambitionne d'atteindre l'objectif zéro rejets d'eaux usées à l'horizon 2030.

Les dépenses affectées à l'assainissement (réseau et traitement) ont totalisé 450 Mds DZD (3,334 Mds EUR) entre 2000 et 2013, selon un document sur le Schéma national de développement de l'assainissement (SNDA). Ces investissements se sont traduits par des « avancées significatives » en matière de raccordement des populations au réseau d'assainissement dont le taux a atteint 94% dans les zones urbaines et 80% dans les zones rurales. L'Algérie compte actuellement 171 stations d'épuration des eaux usées (Step) d'une capacité de 900 millions m³/an contre 10 stations seulement en 2000. Ces efforts ont permis

de passer d'une capacité totale nationale de traitement de 1,3 million d'équivalent habitants en 2000 à une capacité de 12,4 millions d'équivalent habitants en 2013.

4.2. Gestion des STEP et qualité des eaux épurées:

Les STEP sont gérées pendant 02 ans par les constructeurs puis par l'ONA avec un programme de formation pour garantir une continuité de service.

Les STEP et lagunes sont dotées de laboratoires, pour assurer un suivi quotidien de la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie des ouvrages ainsi que la qualité des boues (DBO5 – DCO – MES).

Ces laboratoires sont assistés par le laboratoire central de l'office national de l'assainissement (ONA), qui assure en plus les analyses des métaux lourds sur les eaux et les boues des STEP **(Kessira, 2013)**.

Il faut noter que la plupart des stations d'épuration existantes ou projetées (464) sont situées en amont des barrages. Elles représentent 70% du total prévu pour 2030 et concernent 23% du volume total d'eaux usées. Ceci est dû au fait que les plus importantes agglomérations sont situées à l'aval des barrages. Par ailleurs sur les 576 Stations d'épuration prévues pour l'horizon 2030, 54 sont à l'intérieur d'un grand périmètre irrigué (GPI) et 59 à moins de 2 km, soit 113 stations offrant un potentiel intéressant pour l'injection d'eaux usées dans le réseau d'irrigation, si la qualité des eaux le permet.

Tableau 5: Inventaire des STEP en Algérie

Wilaya	Oued	Ville	Population permanente (en milliers)	Station d'épuration des eaux usées	Méthode d'épuration des eaux usées	Degré de traitement des eaux usées	Eaux usées Traitées (m3/jour)	Rejet d'eaux Usées traitées	Eaux Usées non traitées(m3 / jour)	Rejet d'eaux Usées non traitées
Annaba	O Boudjemaa	Annaba	232.664	Geni civil achevé à 100% reste la mise en service (580700eq/hab)	Traitement biologique	Prétraitement T.primaire, T. secondaire, T.tertiaire (2)	En cours d'essais de performance		27919.6	O. Seybouse
	O Seybouse	El Bouni STEP ALLAIK	127.492	STEP / le geni civil achevé à 100% reste la mise en service (580700eq/hab)	Traitement biologique	Prétraitement T.primaire, T. secondaire, T.tertiaire	En cours d'essais de performance		15299	O. Boudjemaa O Seybouse
		El Hadjar	27.163	STEP / le geni civil achevé à 100% reste la mise en service (580700eq/hab)	Traitement biologique	Prétraitement T.primaire, T. secondaire, T.tertiaire	En cours d'essais de performance		3259.5	O Seybouse O. Meboudja
	O. Meboudja	Sidi Amar	80.186	STEP / le geni civil achevé à 100% reste la mise en service (580700 eq/hab)	Traitement biologique	Prétraitement T.primaire, T. secondaire, T.tertiaire	En cours d'essais de performance		9622.3	O. Meboudja
El Tarf	O. Bounamoussa	Asfour	11.4	STEP ASFOUR	Biologique	80%	7	7	NEANT	O.Bounamoussa
	O. Bounamoussa	ZERIZER	11	STEP ZERIZER	Biologique	80%	7	7	NEANT	O. Bounamoussa

Chapitre 3. Inventaire des stations d'épuration en Algérie

	Lac Mellah	GUANTRA EL HAMRA	3	STEP GUANTRA HAMRA	Biologique	80%	2.5	2.5	NEANT	
Telemcen		Tlemcen	Environ 74 580 hab	Ain El Houtz (eaux usées domestiques 150000 eq/hab)	Boues activées	96%	31018			Irrigation du perimetre de Hennaya
		Maghnia	113919 hab	Maghnia (eaux usées domestiques 150 000 eq/hab)	Boues activées	96%	30000			Irrigation du périmetre de Maghnia
		Sidi Abdelli	17960 hab	Station de lagunage de Sidi Senoussi 12000 eq/hab	Lagunage aéré	90%	1440			Pas d'Utilisation
Tipaza		Tipaza	7000 eq/hab	Station Chenoua Mise en service en 2008	Boues actives à faible charge		11200			Oued Nador
Jijel	El Kébir	EL MILIA	80094	STEP d'ElMilia en cours de réalisation	Boues activées à faible charge	Secondaire	20 600			
	Nil, DjenDjen et Saïoud	Taher-Emir Abdelkader – Chakfa – Sidi Abdelaziz et Khannar	172789 pour les 05 communes	STEP d'El Kannar en Cours d'Etude						
	Tatareg	Boumerdes Corso Tidjellabine	69 954	STEP Boumerdes	Traitement biologique à boues actives	88%	15 000	OUED Tatergvers la mer		

Chapitre 3. Inventaire des stations d'épuration en Algérie

Boumerdes	Boufrou	Thénia	21 614	STEP Thénia	Traitement biologique à boues actives	88%	6000	Oued Boufrou		
	Arrara	Zemouri	25 000	STEP Zemouri	Traitement biologique à boues actives	88%	5000	Oued Arrara		
Oran		Oran		STEP de Kerma pour le groupement d'Oran (Kerma, Sénia, Bir El Djir, Sid Charhmi , Oran)	À boues activées À faible charge	95%	60.000		65.000	
		Ain El Turk		STEP Ain Turk	A boues activées à faible charge	75%	3262	Mer	575	
Alger	El Harrach	3	1.017.897	Baraki		Secondaire		Urbain		
	Réghaia	Réghaia Rouiba Heuraoua Ain Taya El Marsa Bordj El Kiffan	450.030	Réghaia		Secondaire	80.000 m3/j actuellement elle assure 40.000 -50.000 m3/j	Mixte		
	Beni Messous	Chéraga Beni Messous O.Fayet Staouali AinBenian DellyBrahi m Bouzéreah Zéralda	337.405	Beni Messous		Secondaire	50.000m3/j	Urbain		

Conclusion

Conclusion:

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels. En Algérie dans le journal officielle Algérien des normes concernant les effluents rejetés ont imposés mais malheureusement ils ne sont pas toujours respectés; ce qui a provoqué la pollution des milieux récepteurs.

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution ; pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration.

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. Aujourd'hui, ce dernier but devient de plus en plus important et les techniques de traitement et les stations d'épuration évoluent constamment. Les traitements usuels (primaires et secondaires) ont été complétés par des traitements qui visent à éliminer le plus possible de substances nocives pour les écosystèmes (tertiaires).

La gestion intégrée des eaux usées épurées est la meilleure approche pour la mise en valeur et la gestion efficace et durable des ressources hydriques, pour faire face à la demande croissante de la population en Algérie. Actuellement, les eaux usées épurées constituent une ressource alternative renouvelable fortement sollicitée par les agriculteurs, les industriels et les collectivités locales.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Aroua A (1994). « L'homme et son milieu », Edition société national. Alger.
- Amine S (2008). Algérie: sur les 300 stations d'épuration, seules 36 sont fonctionnelles. Mon journal (DZ), Algérie, 2p. <http://archives.tsaalgerie.com/divers>.
- APS (2014). L'Algérie aura 200 stations d'épuration d'eau en 2015 (ONA). Algérie presse service Algérie. Pp 3.
- Algérie Décret exécutif N° 92-100 du 3 mars 1992 portant transformation de la nature juridique des Entreprises Publiques Economiques (EPE) en Entreprises Publiques à caractère Industriel et Commercial (EPIC).
- Algérie, Ministère de Ressources en Eau situation de l'assainissement Rapport de synthèse, janvier 2000,
- Asano T (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library.
- Benelmouaz Ali (2015). « Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia », Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master En Hydraulique, université Abou bekr Belkaid, Algérie .
- Baumonts S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A (2005). Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.
- Bouziani M (2000). l'eau de la pénurie aux maladies, édition Ibn khaldoun, Blifert, chimie de l'environnement air, eau, sol, déchets, Algérie.
- Bouroubi Ouadfel Y (2014). Réseaux de surveillance des ressources en eaux du Nord-est algérien, Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), Algérie, 33p.
- Belala Zohra (2006). « Traitement de l'eau de barrage DJORF-ELTORBA rejets de la région de Bechar par filtration sur sables d'Adrar », université Hassiba Ben Bouali, mémoire de magister, Chlef.
- Bekkouche M, Zidane F (2004). Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage, Hydraulique saharienne, université de Ouargla, diplôme d'Ingénieure, Algérie.

- Bureau Business France d'ALGER, Jeudi 21 Mars 2019. Algérie - Projets d'assainissement : une enveloppe de 84 Mds DZD dégagée
- Chocat B (1997). Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition Techniques et documentations, Paris, France.
- Cshap f (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines.
- CATE (2000). Conseil nationale économique et social: l'eau en Algérie: le grand défi de domaine. Commission de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Algérie. [http:// www.cnes.dz/eau](http://www.cnes.dz/eau).
- Desjardins R (1997). Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique.
- F.Hrlekas (2008). « Couplage des procédés membranaires aux technique physicochimiques ou biologique pour le traitement des rejets liquides de l'industrie de textile », Thèse de doctorat, université cadi ayyad, de MARRAKECH, Maroc.
- Franck.R (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, France.
- Feray C (2000). « Nitrification en sédiment d'eau douce : incidence de rejets de station d'épuration sur la dynamique de communautés nitrifiantes », Thèse de doctorat sciences naturelles, Écologie microbienne. Université Claude Bernard-Lyon, Lyon, France.
- Gérard Grosclaude (1999). L'eau Usages et polluants, Edition Tome II, paris.
- Gaujous.D (1995). Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire) 2ème édition, France.
- Ghazi M (2015). « Cours de l'épuration des eaux usées », département hydraulique option traitement et épuration de l'eau, université Tlemcen, Algérie.
- Ghetas N (2009).Epuration des Eaux Usées : Cas de la Ville de Touggourt Mémoire d'ingénieur D'état En Biologie Université Kasdi Merbah – Ouargla, p 1-10-5-16.
- Chaouch A(2013). Surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé biologique de dépollution mémoire de magister, université 20 août 1955 – Skikda, p3-13.
- Joly B (2003) .Reynaud A, Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris.

- Journal Officiel de la République Algérienne N° 26; 24 Rabie El Aouel 1427; 23 avril 2006.
- Kesbi Rafika (2014). « Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent », mémoire de master en hydraulique, université Abou Bekrbelkaid Tlemcen, Algérie.
- Khadraoui A., Taleb S (2008). Qualité des eaux de sud Algérie. Pollution et impact sur le milieu. Ed. Khyam. Algérie.
- Khelili .R, Lazali .D (2015). Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla).
- Kesbi Rafika (2016). « Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent », UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID, Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master En Hydraulique Tlemcen, .
- Kessira Mohamed (2013), Valorisation des eaux usées épurées en irrigation, Politiques soutien et cadres institutionnels ; Synthèse internationale du projet « securite d'utilisation des eaux usées en agriculture », 26-28 Juin, Téhéran, Iran.
- Kasbadji M. N. (2013).- Potentiel Hydrique et énergies renouvelables en Algérie. Centre de Développement des Energies Renouvelables, Unité de développement des équipements solaire, Alger: 1-34.
- Ladjel F (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA, Boumerdes, 2006.
- Loi N° 83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux (158 articles).
Mizi A (2006).Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA. Algérie.
- Ministère des ressources en eau, 3 RUE DU CAIRE GRAND SIMINAIRE Kkouba, Alger (16), Algérie, 2006.
- Mekhalif Faiza (2009). « Reutilization des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement», université du 20 Aout 1955, Skikda, mémoire de magistère, Algérie.
- Metahri Mohammed Saïd (2012).Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi- Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Algérie.

- M. Hadj sadok, A. Guessoum, H. Salhi, N. Tidjani (2009). “Modélisation floue des actions de contrôle de la quantité de PAC dans un processus d’épuration des eaux”, département de chimie industrielle JSTRE.
 - MRE (2012).- Document interne. Ministère des Ressources en Eau, Algérie, 15p
 - Mahdjar M (2016). Etude des performances de la station d’épuration de la ville d’Ouargla, Diplôme de master Académique Université KASDI MERBAH Ouargla, p 8-11.
 - Ordonnance N° 96-13 du 15 juin 1996 modifiant et complétant la loi 83-17 portant code des eaux.
 - Oularbi Radhia (2015). « Traitement des eaux usées urbaines de la ville de Ain defla par électrocoagulation », université djilali bounaama, Mémoire de Master en Chimie, Algérie.
 - OMS (1989). L’utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture recommandation avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève.
 - ONA(2014).- Documentation interne du service d’exploitation ONA. Office nationale d’assainissement, Algérie. 20p.
 - Pierre J, Lienard A, Heduit A, P Duchene (1990). « Traitement de l’azote dans les stations d’épuration biologique des petites collectivités », Document technique.
 - Rahou Kada Boubakeur (2014). Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d’El-kerma ORAN, mémoire de master, département de génie chimie, université d’Oran, Algérie.
- Rejsek (2002). analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, édition scrérén CPDP A quitaine, Bordeaux, France.
- Rodier J (2005). L’analyse de l’eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème Edition, Dunod, paris, France.
 - Rodier .J (2005). (l’Analyse d’eau). 5ème édition. France.
 - Rodier et Al., (1996). L’analyse de l’eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8eme édition, France.
 - Rakrek Zakaria (2013).La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Université de Tlemcen, Master Hydraulique, Algérie.

Rodier (1984). Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème édition, France.

- Rodier J (2009).« (L'analyse de l'eau » 9ème édition, Dunond, Paris.
- S.Bouafia (2010). dégradation des colorants textiles par procédés d'oxydation avancée basée sur la réaction de fenton ; Thèse de doctorat; Université Saad Dahleb de Blida; Algérie.
- Saggai M M (2004). Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla, université Ouargla, diplôme Magister, Algérie.
- Saadi H (2013). Etude des performances d'un lit bactérien classique à garnissage en pouzzolane de Beni Saf mémoire Master en Hydraulique Université Abou Bekr Belkaid,p 9-12-13.
- Taib Abderrahmane (2014). Aptitude Physicochimique Des Eaux Epurées De Step De Boumerdes A L'irrigation, Mémoire De Master, Algérie.
- Yahlatene soflaive et Tahirim El Tladj (2010).« Réflexion sur la caractérisation physicochimique des effluents Liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran », université de science et de technologie d'Oran USTO, mémoire d'ingénieur, Algérie.