الجمهوريـــة الجزائـــريـــة الديمقراطيـــة الشعبيـــة
**République Algérienne Démocratique et Populaire**
وزارة التعليـــــم العالـــي والبحـــث العلمـــي
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**N° Ref :……**

**Centre Universitaire Abd alhafid Boussouf**
**Mila**

**Institut des Sciences et de Technologie** **Département de sciences et Technique**

**Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme**
**LICENCE ACADEMIQUE**
**en Hydraulique**
**Spécialité : Sciences Hydrauliques**

# Thème

Différents procédés d'épurations des eaux usées

**Préparé par :**

1. **Bendas Salaheddine**
2. **Rouabah Mouad**
3. **Boulfekhar Zakarya**

**Dirigé par :**

**Benchaiba Leila**

**Année universitaire : 2014/2015**

# Remerciement

*Nous remercions Dieu, le Tout Puissant, le Miséricordieux, qui nous a donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.*

*Nos sincères remerciements à notre encadreur Madame Benchaiba leila centre universitaire Mila, qui accepté de nous diriger durant ce travail, et qui par ses conseils, ses orientations nous a été d'un grand apport dans la finalisation de notre mémoire.*

*Nous voudrions remercier les membres de jury d'avoir acceptés l'examination de ce travail.*

*Nous réservons une pensée spéciale à tous les enseignants du 3éme année qui ont su nous donner une formation didactique et appréciable durant tout notre cursus. Ce geste sera gravé à jamais dans nos mémoires.*

*Les remerciements ne seraient rien sans une mention particulière pour nos collègues et pour mes amies de longues date. Merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin dans l'élaboration de ce travail*

*MERCI*

Http://maomao520.yeah.net

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Ma très chère mère qui m'a toujours apportée son amour et son affection :Zoubida*

*Et Mon père ; Belkacem*

*Amon encadreur, Mleila;*

*A Mes très chère frère : Salah eddine*

*A Ma très chère sœurs : Fatima et Meriem*

*A mes neveux nièces : Mohamed et LOkaman*

*A toute la famille Rouabah ET Hebboul ;*

*A ma chère amie : Hanan*

*Ames Amis ; Zanzou ,Sanssou ,Hapip et les Amis de Tadjnante*

*A Tous mes enseignants dès le primaire jusqu'à l'université ;*

*A Mes camarades de la promo de 3éme année ;*

*A Mes très chers amis et mes collègues*

***Mouad***

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Ma très chère mère qui m'a toujours apportée son amour et son affection :Zahia*

*A mon pére : Messaoud*

*Amon encadreur, M leila ;*

*A Mes chères sœurs :Youssra et Imène*

*A Ma sœur et son mari :Merièm et Adelet son Fils El moatassim Bi allah ,*

*A la famille : Bendas et Khellili*

*A mes amis:Abd El khalek ,saddam,Imad, Sohib*

*A ma chere amie ; Ikram*

*A ma grand-mère :zohra*

*A Tous mes enseignants dès le primaire jusqu'à l'université ;*

*A Mes camarades de la promo 3éme Année ;*

*A Mes très chers amis et mes collègues.*

***Salah eddine***

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Ma très chère mère qui m'a toujours apportée son amour et son affection :Fahima*

*A mon pére : AbdEl Madjid*

*Amon encadreur, M leila ;*

*A Mes très chers frères : Haroun , Mohamed ;*

*A Ma chère sœurs : Ismahane et Son mari Hassan et son fils Adam*

*A la famille :Kh.khaled , Nana , Kh .meriem*

*ET a Toute la famille : Boulfekhar et Belimane*

*A mes amis : Hamza,Mohamed,Hatem,Raouf,Mouad,Chouki,Amin*

*A Tous mes enseignants dès le primaire jusqu'à l'université ;*

*A Mes camarades de la promo 3éme Année ;*

*A Mes très chers amis et mes collègues.*

*Zakarya*

# La liste des tableaux

**page**

**Tableau3 :** Caractéristiques de la STEP d'EL RABTA……... 19

**Tableau4 :** Caractéristiques de l'eau brute……... 19

**Tableau5 :** Caractéristiques de l'eau épurée selon les normes de la STEP…..**.....** 20

| Liste des figures | page |
|---|---|
| **Figure1:**grille Manuelle …… | 12 |
| **Figure2:**grille Mécanique ……..…. | 12 |
| **Figure3:**grille Automatique …… | 13 |
| **Figure4 :**Dégrilleur DessableurDeshuileur……. | 14 |
| **Figure5:**Décanteur primaire…… | 15 |
| **Figure 6:** Décanteur Sécondaire …… | 16 |
| **Figure 7:** déchée..... | 17 |
| **Figure 8 :** dégrilleur grossier……..... | 17 |
| **Figure 9 :** photo de la station d'épuration d'El Rabta (wilaya de Jijel). ……. | 18 |
| **Figure 10 :** Schéma synoptique du système d'assainissement de la ville de Jijel*(SCE, 2009)*……. | 21 |
| **Figure 11 :** Traitement biologique aérobie à boue activée…….. | 27 |
| **Figure 12 :** Différentes étapes de transformation de l'azote sous forme organique en azotegazeux | 29 |
| **Figure 13 :** Stratégie d'élimination du phosphore par voie biologique…….. | 31 |
| **Figure 14 :** Schéma des procédés de traitement des eaux usées au niveau de la STEP…….... | 36 |

# Liste des photos

**page**


**Photo1 :** le dégrilleur grossier…….. 23

**Photo 2 :** Dégrilleur fin(automatique et manuel)…….. 24

**Photo 3 :** Station de relevage……..... 24

**Photo 4 :** Déssableur-déshuileur…… 26

**Photo 5 :** Les rejets de sables…… 26

**Photo6 :** Les rejets de graisses…….. 26

**Photo 7 :** La boue de retour……... 28

**Photo 8 :** L'ouvrage de répartition……..... 28

**Photo 9 :** Bassin d'aération…… 29

**Photo 10 :** Décanteur secondaire……... 32

**Photo 11 :** Lits de séchage naturel……..... 34

**Photo 12 :** Table d'égouttage…… 35

**Photo 13 :** Filtre à bandes…….. 35

# Liste des abréviations

**$H_2S$ :** Hydrogène sulfureux
**PCB :** Polychlorobiphényles
**ERI :** Eaux résiduaires industrielles
**MES :** Matières en suspension
**Pb :** Plomb
**As :** Arsenic
**Hg :** Mercure
**Cd :** Cadmium
**Ni :** Nickel
**$NH_3$ :** Azote ammoniacal
**$NH_4^+$ :** Azote organique
**$NO_2^-$ :** Nitrites
**$NO_3^-$ :** Nitrates
**PH :** Potentiel hydrogène
**CE :** Conductivité électrique
**MVS :** Matières volatiles en suspension
**MMS :** Matières minérales en suspension
**NT :** Azote total
**Pt :** Phosphore total
**ERU :** Eaux résiduaires urbaines
**$PO_4^{-3}$ :** Ortho phosphates
**DCO :** Demande chimique en oxygène
**$DBO_5$ :** Demande Biochimique en oxygène
**OMS :** Organisation Mondiale de santé
**ONA :** Office National de l'Assainissement
**STEP :** Station d'épuration
**EH :** Équivalent habitant
**NTK :** Azote Kjeldahl
**SCE :** Société de Conseil en Environnement
**P :** polyéthylène
**V :** verre
**Obs :** obscurité
**TDS :** Solides dissous totaux
**ACP :** Analyse en Composantes Principales

# Introduction Générale

La pénurie de l'eau dans le monde, et la gestion des ressources en eau constituent l'un des problèmes les plus cruciaux du dernier siècle. Les changements climatiques et la sécheresse qui sévissent depuis plusieurs décennies dans différentes régions du monde, ont eu un impact négatif sur les ressources en eau. Cette sécheresse, qui risque de s'accentuer durant le siècle à venir, pourrait entraîner une véritable crise de l'eau.

La situation actuelle en Algérie, se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles. La croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux dernières décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole.

Les différentes causes de déséquilibre et de rupture d'un développement durable liées aux problèmes de l'eau apparaissent aussi dans les prélèvements effectués dans les nappes souterraines, qui dépassent les limites de renouvellement des ressources naturelles et nécessitent de puiser dans les réserves non renouvelables. Comme pour de nombreux pays,l'Algérie considère actuellement la résolution des problèmes de l'eau comme une de ses priorités et un défi majeur à relever.

Pour le grand public, un effluent d'eau usée est obligatoirement pollué et dangereux. D'après notre ministère de l'environnement,en Algérie,chaque année plus de 100 million de $m^3$d'eaux usées ont été rejetées dans l'environnement. Le danger de ces rejets résulte des conséquences graves sur les écosystèmes et par la suite sur la santé de l'homme*(Benosman, 2011).*

L'épuration des eaux usées s'est donc imposée pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraines. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. La généralisation de la réutilisation de ces eaux peut donc contribuer à combler en partie le déficit d'eau de première main. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour l'arrosage des espaces récréatifs peuvent par conséquent contribuer à diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité. L'utilisation d'une eau non conventionnelle dans l'agriculture peut contribuer à la création de nouveaux périmètres irrigués ou constituer une source d'appoint pour des périmètres existants. Elle est pratiquée aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement*(Amy & al, 1996).*

# I. Généralités sur les eaux usées :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs.

## 1. Définition des eaux usées :

Les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout *(Djeddi, 2007).*Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage.

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présenced'hydrogène sulfureux ($H_2S$), dangereux pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution. *(Moussa & Djermakoye, 2005).*

## 2. Origine et composition des eaux usées :

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Donc suivant l'origine de ces eaux on distingue quatre catégories :

### 2.1. 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 &al, 2005)*:

- 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*(Chocat, 1997 ; Franck, 2002).*

**2.2. Les eaux usées urbaines :**

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et 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 sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules.Le plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines *(Desjardins, 1997).*

**2.3. Les eaux usées industrielles :**

Elles sont très différentes aux eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle, elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;

- Des acides, des base et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations (*Metahri, 2012).*

**2.4. Les eaux usées pluviales :**

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues ou sont accumulées des polluants atmosphériques, poussières, détritus, 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 entrainent ainsi une pollution intense du milieu aquatique*(Metahri, 2012).*

**3. les paramètres des eaux usées :**

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimé en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. 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, on peut retenir les analyses suivantes :

**3.1. Paramètres organoleptiques :**

**3.1.1. Turbidité :** La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons est les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (*Franck, 2002).*

La turbidité résulte de la diffusion de la lumière qui est ainsi déviée dans toutes les directions .Ce sont des particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable **:** érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du

sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières*(Rodier&al, 1996).*

**3.1.2. La couleur :** La couleur de l'eau est due à la présence de matières organiques colorées, substances humiques et des métaux ; les métaux qui colorent l'eau sont notamment le fer (couleur rouge) et le manganèse (couleur noir). Mais la couleur de l'eau résulte essentiellement des particules colloïdales en suspension. Peu ou pas décanales*(Zysman, 1993).*

**3.1.3. L'odeur :** Les odeurs causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles, ces substances peuvent être inorganique comme : le chlore, les hypochlorites organique (algues)…,etc*(Monique &Tardat Henry, 1984).*

**3.2. Paramètres physico-chimiques :**

**3.2.1. La température :** Il est primordial deconnaitre la température d'une eau. C'est un facteur physique qui a une grand influence sur l'activité biologique des eaux, les variations de la température affectent diverses propriétés de l'eau tels que la viscosité, la densité, la tension de vapeur (l'évaporation), la densité des gaz dessous en particulier l'oxygène et les vitesses de réaction chimique et biologiques*(Rodier &al, 1996).*

**3.2.2. Le potentiel hydrogène (pH) :** Le pH est une caractérisation fondamentale de l'eau, il donne une indication de l'acidité du milieu ; il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène «hydronium $H^+$» ou d'ions «Hydroxyle $H^-$» contenu dans le liquide. A titre d'indicatif, l'échelle de pH varie de 1 à 14, le pH de neutralité étant de 7.

Le pH d'une effluent urbain traditionnel est légèrement alcalin, c'est-à-dire supérieur à 7, par contre celui des effluents industriels peut être extrêmement variable.

**3.2.3. La conductivité électrique (CE) :** C'est la mesure de la capacité d'une solution de laisser passer un courant électrique, cette capacité dépond des sels solubles dans l'eau et de température de mesure.

Généralement les sels minéraux présente dans l'eau sont des bons conducteurs, quant aux matières organique et colloïdales n'ont que peut de conductivité *(Rodier & al, 1996*).Pour les eaux usées domestiques on peu citer des valeurs moyennes de 900 à 1300µs/cm.

**3.2.4. Les matières en suspension (MES) :** Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (matières volatiles en suspension (MVS)) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivant :

**MES = 30% MMS + 70% MVS**

- *Les matières volatiles en suspension (MVS)* : Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau ;
- *Les matières minérales (MMS) :* Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, …etc.

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la production d'une cours d'eau, entrainant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la préaération de l'eau. Ces phénomènespeut être accélérés par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène *(Duguet& al, 2006).*

**3.2.5. L'azote total (NT) :** L'azote total comprend l'ensemble des formes azotées, aussi bien minérales qu'organiques.3

- **L'azote organique ;** Constitue les cellules vivantes végétales et animales.
- **L'azote ammoniacal ($NH_4^+$) ;** L'azote ammoniacal se présente sous la forme toxique $NH_4^+$.

Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique, il se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation.

**3.2.6. Les nitrites ($NO_2^-$) :** Les nitrites constituent une forme intermédiaire de l'azote, ils résultent soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacale sous l'action des bactéries dites nitrifiantes soit de la réduction des nitrites par les bactéries de dénitrification*(Monique &Tardat Henry, 1984).*

**3.2.7. Les nitrates ($NO_3^-$)** : Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique*(Savary, 2003).*

**3.2.8. Le phosphore total (Pt) :**

Le phosphore est présent dans les eaux résiduaires urbaines (ERU) sous différentes formes :

- Le phosphore organique, élément constitue de biomolécules comme les phospholipides, les phosphoprotéines ;
- Le phosphore minéral, dérivé de l'acide phosphorique comme les ortho phosphates ($PO_4^{-3}$, $H_2PO_4^-$, $HPO_4^{-2}$), $HPO_4^{-2}$ ou condensé comme les poly-phosphates. Ces poly-phosphates sont linéaires (pyrophosphates) ou cycliques.

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l permettent de suspecter la pollution d'une eau naturelle*(Franck, 2002).*

**3.2.9. L'oxygène dissous :** L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau, car il assure la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. Dans le domaine de l'épuration, il est indispensable pour la dégradation des matières polluantes qui se fait principalement en aérobiose, sa concentration est très faible, le plus souvent proche zéro dans les eaux résiduaires brutes, du fait des concentrations importantes des composés réducteurs et l'activité des micro-organismes présents. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. Les eaux superficielles au contacte permanant avec l'atmosphère sont généralement les plus riches en oxygène (7 à 8 mg/l).

**3.2.10. La demande chimique en oxygène (DCO) :** La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 105°C. Elle est exprimée en mg $O_2$/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine *(Suschka& Ferreira, 1986).*

Généralement la valeur de la DCO est :

**DCO = 1.5 à 2 fois DBO** pour les eaux usées urbaines ;

**DCO = 1 à 10 fois DBO** pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

**DCO > 2.5 fois DBO** pour les eaux usées industrielles.

**4. Paramètres biologique :**

**4.1. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :** La DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5. Elle se résume par la formule chimique suivante :

***Substrat + micro organique*** $+ O_2 \Longrightarrow$ $CO_2 + HO_2$ ***+ énergie + biomasse****(Metahri, 2012).*

**a- Les bactéries :**

La concentration enbactéries **Dathoaènes** est de l'ordre de 104 bactérie / i. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. **(** *Madjid Temourt )*

**b-Les virus :**

Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 103 et104 particules par titre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel.**(** *MadjidTemourt )*

**c- Les protozoaires :**

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, ilfaut citer Entamoeba histoiytica, responsable de la dysenterie amibienne et Giardia iambiia. Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires.**(** *MadjidTemourt )*

**d-Les helminthes :**

Les helminthes sont fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œuf d'helminthes peut être évalué entre 10 et 103/1. Beaucoup de ces

helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire.

Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ceux sont les œufs. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est àconsidérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires .**(** *Madjid Temourt )*

**Introduction :**

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, trois niveaux de traitements sont définis.**(** *MadjidTemourt )*

**1 . Les procédés de traitement d'épuration des eaux usées :**

**1.1 Les prétraitements:**

Elles consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage, dégraissage)Ce sont de simples étapes desépurationphysique. Les traitements primaires regroupent les procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension. A l'issue du traitement primaire, seules 50 à 60 % des matières en suspension sont éliminées.**(** *MadjidTemourt )***a-Dégrillage:**

A l'arrivée de la station d'épuration, les eaux résiduaires brutes doivent subir un dégrillage (parfois un tamisage), permettant de séparer et d'évacuer les matières volumineuses qui pourrait nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer l'exécution, et amener des risques de bouchage dans les différentes unités de l'installation. La qualité de l'opération peut être définie de la façon suivante:

-Pré dégrillage : pour grille à barreaux espacés de 30 à 100 mm.
-Dégrillage moyen: pour grille à barreaux espacés de 10 à 25 mm.
-Dégrillage fin: pour grille à barreaux espacés de 3 à 10 mm.(11)

-Tamisage: pour tamis à orifices de 0.3 à 5 mm.

Lorsque les eaux brutes sont susceptibles de véhiculer occasionnellement des corps anormalement volumineux, un pré grille de construction robuste est souhaitable. **(** *MadjidTemourt )*

**-Grilles manuelles:**

Elles sont réservées aux très petites installations, la grille fortement inclinée (angle de 60° à $80^0$ sur l'horizontale) et munie d'un by-pass destiné à éviter le débordement. **(** *MadjidTemourt )*

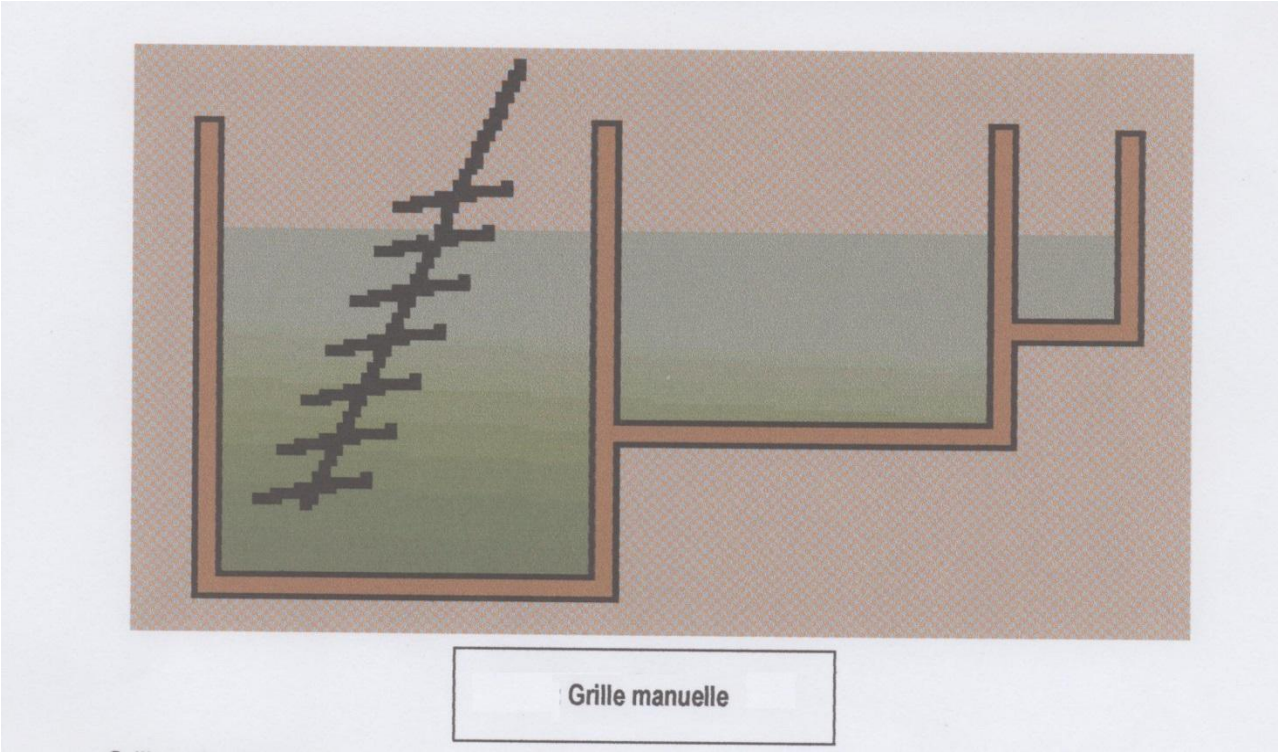


Figure 01: grille Manuelle .

**-Grille mécanique:**

Dès que la station dépasse les 5000 habitants, on doit doter l'installation de traitement a grille mécanique ou automatique.**(***Madjid Temourt )*

Figure 02: grille Mécanique.

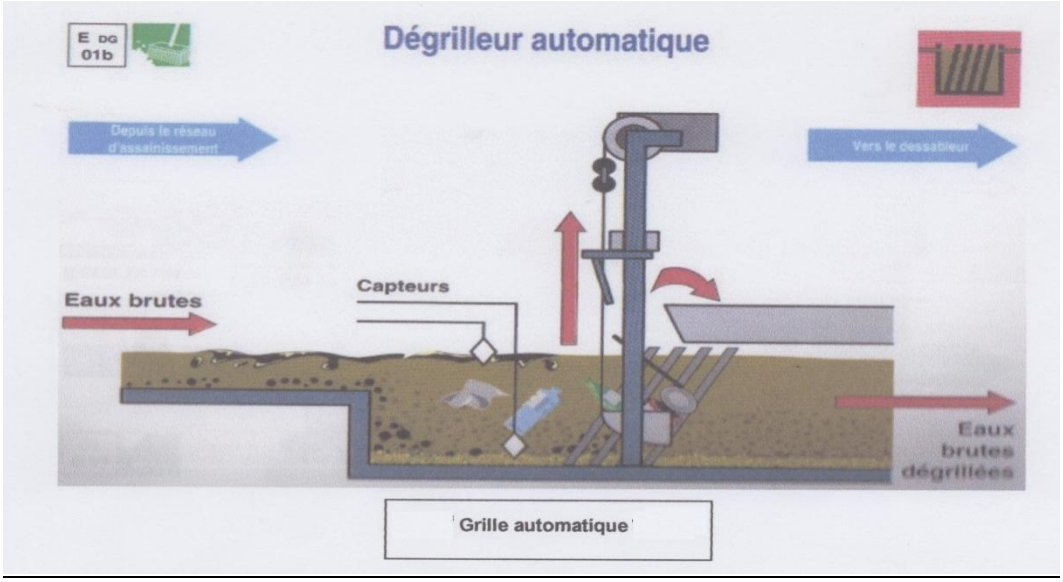


Figure 03: grille Automatique.

**b - Dessablage déshuilage:**

Le dessablage porte généralement sur des particules de granulométries égales ou supérieures à 200j.Jm. Le dessablage et le déshuilage s'effectue dans un même bassin. L'ouvrage regroupedans un même ensemble conique:

-Le dessaleur dans la partie inférieure du tronc conique.

-Le déshuileur, aéré dans sa partie centrale est raclé mécaniquement par un écumeur pour extraire les graisses.

Le dispositif de dessablage déshuilage profite astucieusement de la différence de densité entre le sable, les graisses et l'eau.

Les sables décantent, tandis que les graisses sont mises en flottation aidées pour cela par un aérateur immergé diffusant de fines bulles, (notons qu'il faut prévoir une zone de calme pour l'accumulation des écumes), les graisses sont donc évacuées en surface, les sables accumulés dans la partie conique basale sont évacués**(***Madjid Temourt )*

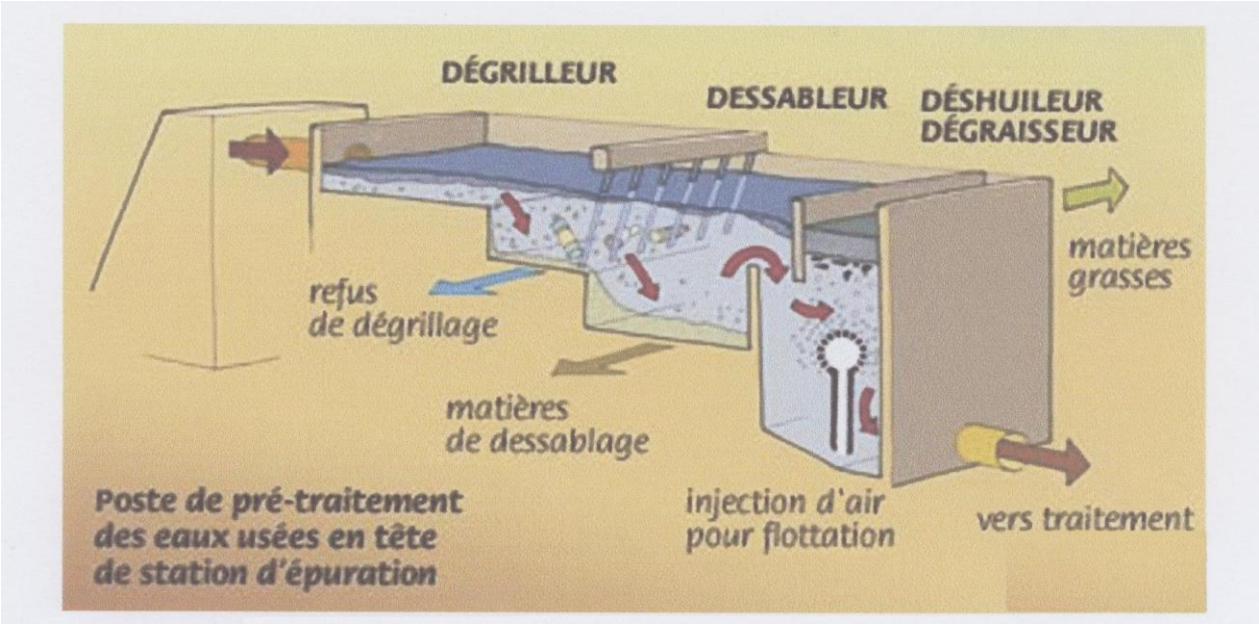


Figure 04:Dégrilleur Dessableur Deshuileur.

## c-dégraissage:

Le dégraissage est destiné à extraire les graisses et huiles figées et émulsionnées dans les eaux brutes.

Cette opération fait appel au phénomène de la flottation, basé sur la notion de différence de masse volumique des constituants de l'effluent, en tirant profit de l'aptitude qu'ont les graisses à s'unir avec les bulles d'air pour former un ensemble « graisse air » moins dense que l'eau, engendrant ainsi un déplacement ascendant de cet ensemble qui se concentrera sur la surface de l'ouvrage.

Les graisses sont alors extraites par un système de raclage mécanique de la surface du dégraisseur. **[4 ]**

## 1.2 Le traitement primaire:

Le traitement primaire consiste en une simple décantation des eaux prétraitées permettant aux matières décan tables de se déposer.

La décantation s'effectue dans des ouvrages qui peuvent être rectangulaires, carrés ou circulaires. Les plus courants sont les décanteurs rectangulaires et circulaires (à alimentation centrale).

La vitesse lente de l'eau permet le dépôt de matières en suspension au fond du décanteur. Cela constitue « les boues primaires fraîches» qui rejoindront les boues secondaires.

Cette étape primaire du traitement n'est pas obligatoire sur les stations d'une capacité inférieure à 2000 EqH. Sa nécessité est imposée par le choix de la filière retenue pour le traitement

secondaire. Par ailleurs, elle est à l'origine d'une production de boues pour lesquelles un traitement est impératif. **(** *MadjidTemourt )*

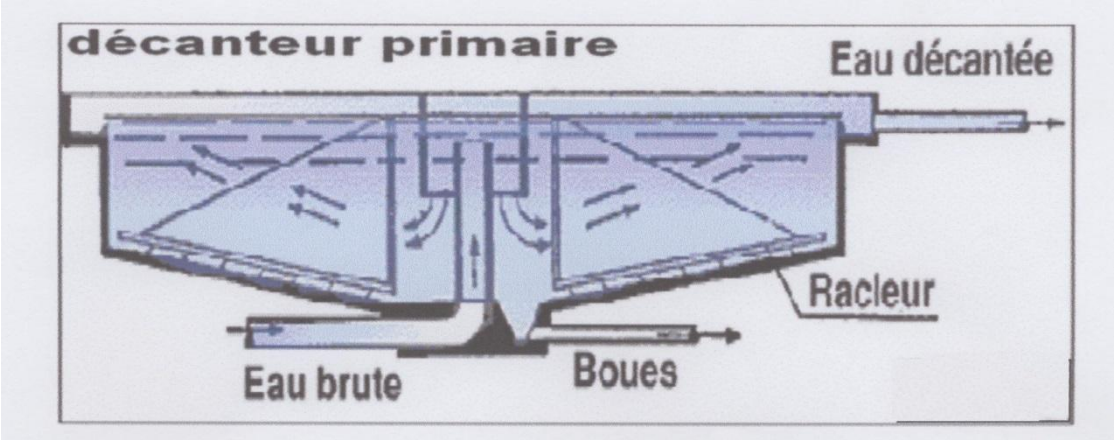


Figure 05: Décanteur primaire.

**1.3- Le traitement secondaire:**

Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer. Dans les cas étudiés, le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui prélève l'O2 pour leur métabolisme. On en distingue diférents types : Le lagunage naturel : Les eaux usées sont stockées dans des plans d'eau peu profonds : les lagunes. L'activité microbienne se fait naturellement : échange avec l'atmosphère, photosynthèse... Des aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues de lagunage au fond des bassins qui sont récupérées.**(***Abdelkader Gaid )* Les boues activées : On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins. Les espèces sont sélectionnées selon ce que l'on souhaite éliminer : carbone, azote, phosphore. Les bactéries et leurs déchets du métabolisme forment, dans un bassin appelé clarificateur, des boues (boues secondaires) qui sont ensuite traitées et utilisées pour la fertilisation des sols par exemple. Une partie de ces boues retourne dans les bassins pour éviter une trop grande perte en bactéries. (*Dr aourbedali*)Les biofiltres et filtres bactériens : On peut également faire percoler l'eau à travers un matériau où se développent des bactéries. Cela peut être des galets ou des supports (lits bactériens) ou des argiles cuites, des schistes, des sables... (biofiltres). Ces traitements sont utilisés en plus du processus des boues activées, permettant

d'éliminer une plus grande diversité de polluants.En effet, on va alors concentrer les bactéries et ainsi localiser leur action, la rendant plus efficace. **(***Abdelkader Gaid )*De nombreuses stations d'épuration cumulent aujourd'hui les traitements primaires et secondaires. Certaines plus rares utilisent des traitements avancés ou tertiaires. En effet, à la fin des traitements secondaires, il reste encore dans l'eau des éléments dissous que les bactéries n'auront pas absorbés (azote, phosphore) et des éléments qu'elles ne sont de toute manière pas aptes à traiter (œstrogènes par exemple).

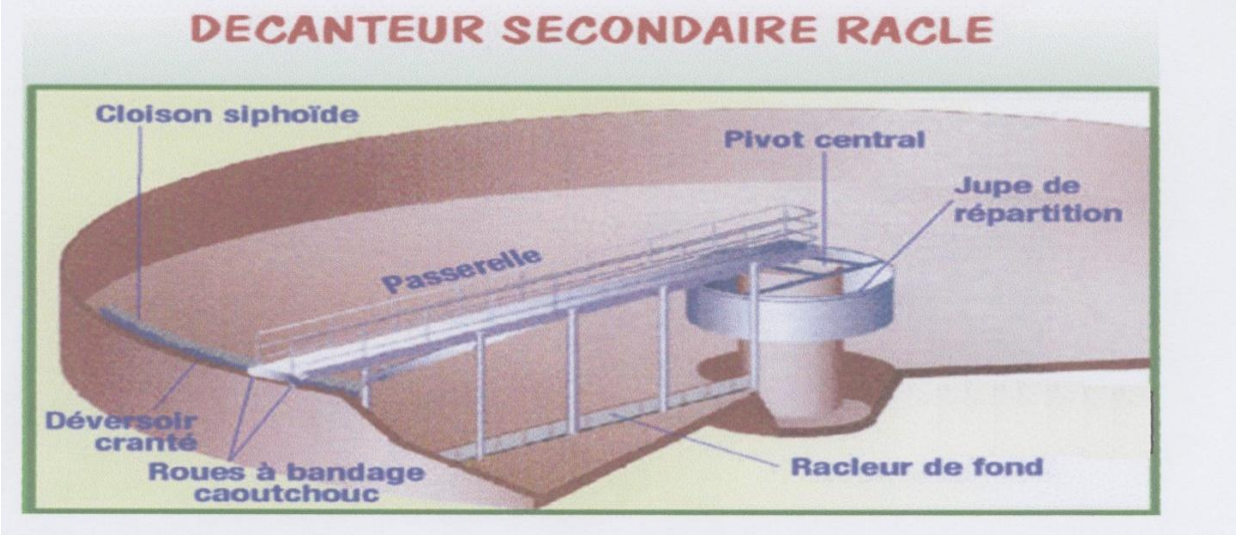


Figure 06: Décanteur Sécondaire.

**1.4 :traitements tertiaires :**

Ces traitements sont à la fois physico-chimiques et biologiques. On les réalise après les traitements primaires et secondaires a fin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments... Par exemple, on peut utiliser des traitements biologiques avancés pour éliminer le phosphore par le Déplacement Nutritif Biologique (DNF). On fait passer l'eau par déférents réservoirs avec des bactéries et dans des conditions environnementales déférentes (déférence de concentration en dioxygène par exemple). On récupère ensuite les boues lors d'un nouveau passage dans un clarificateur .(*Dr aourbedali*)Un autre type de traitement que l'on pourrait classer comme tertiaire est le traitement aux UV. On dénature alors des molécules, comme les œstrogènes, sensibles à ces rayons. (*Dr aourbedali*)

**2.le relevage :**

On se sert de pompe de relevage pour le transport des eaux usées vers la station d'épuration, lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollutions. On peut également trouver des vis d'Archimède. A Illiers-Combray, nous avons deux installations de deux pompes de relevage pour amener les eaux usées à bonne destination. Nous avons également des pompes au camping. **[5 ]**

**FigureN° 07 : déchée**

**Figure N°08 : dégrilleur grossier**

**1. La station d'épuration d'El Rabta :**

la station d'épuration est située à l'Ouest de la ville dans la région d'El Rabtaà 2 km du chef lieu de la wilaya, elle occupe environ 5,9 hectares et a été mise en service en juin 2008 (Fig.1).
La station d'épuration est destinée à traiter les eaux usées d'origine domestique de la ville de Jijel et ses environs. Soit actuellement les rejets d'une population équivalente à 150 000 habitants en première phase, et d'après une extension future de la station comme deuxième phase, à 225 000 habitants*(Document de la STEP)*.

**Figure 9 :** photo de la station d'épuration d'El Rabta (wilaya de Jijel).

**2. Choix d'implantation de la STEP :**

Plusieurs facteurs ont dirigés les responsables de l'étude d'implantation vers ce site, dont les plus importants sont : l'isolement de la station aux habitations pour éviter les problèmes des odeurs, et la protection de la côte méditerranéenne*(Document de la STEP).*

**3. Paramètres et Dimensionnement de la STEP :**

La station fonctionne à une faible charge et faible débit suivant le processus de boue activée choisi avec une aération prolongée.

Ce procédé est le plus utilisé et le plus efficace pour ce type de STEP. Les effluents sont essentiellement de nature urbaine parviennent à cette unité par l'intermédiaire d'un réseau de type unitaire et sont collectés à l'entrée de la station dans une bâche équipé des pompes immergées qui servent à relever l'eau*(Document de la STEP).*

La STEP a été dimensionnée pour une eau ayant les caractéristiques de base suivantes :

- **Charge hydraulique** :

**Tableau1** : Caractéristiques de la STEP d'EL Rabta*(Document de la STEP).*

| **Paramètre** | **Unité** | **Valeur du paramètre** | |
|---|---|---|---|
| | | **Phase1** | **Phase 2** |
| **Nombre d'équivalent habitant** | EH | 150.000 | 225.000 |
| **Débit moyen rejeté** | $m^3/j$ | 30.000 | 45.000 |
| **Débit de pointe au temps sec** | $m^3/h$ | 1.960 | 2.940 |
| **Débit de pointe au temps de pluie** | $m^3/h$ | 3.750 | 6.251 |

- **Charge polluantes :**

**Tableau2 :** Caractéristiques de l'eau brute*(Document de la STEP).*

| **Paramètre** | **Unité** | **Valeur du paramètre** | |
|---|---|---|---|
| | | **Phase 1** | **Phase 2** |
| **Concentration de la DBO5** | $g/m^3$ | 300 | 300 |
| **Charge massique de DBO5** | Kg/j | 900 | 13 500 |
| **Concentration de la DCO à l'entrée** | $g/m^3$ | 600 | 600 |
| **Charge massique de DCO à l'entrée** | Kg/j | 18 000 | 27 000 |
| **Concentration de NTK à l'entrée** | $g/m^3$ | 55 | 55 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Charge massique de NTK** | Kg/j | 1 650 | 2 475 |
| **Charge massique de MES** | Kg/j | 12 000 | 15 570 |

❖ **Qualité de l'effluent a rejeté :**

**Tableau3 :** Caractéristiques de l'eau épurée selon les normes de la STEP*(Document de la STEP).*

| **Paramètre** | **Unité** | **Concentration** |
|---|---|---|
| **DBO5** | mg/l | 30 |
| **DCO** | mg/l | 60 |
| **MES** | mg/l | 30 |
| **PH** | / | Compris entre 5,5 et 9 |

## 4. Les procédés d'épuration des eaux usées a la station d'El Rabta :

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certain cas, des traitements tertiaires sont nécessaire, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

.

La STEP d'El Rabta comporte deux chaines de traitement :

- la première filière concerne l'eau : C'est une chaine qui comprend : le prétraitement, traitement biologique à boues activées, clarification, et désinfection.
- la deuxième filière concerne le traitement des boues : ces sous produits d'épuration subissent une réduction de leur volume par procédés d'épaississement et déshydratation, pour faciliter leur évacuation *(Document de la STEP).*

Dans notre travail, nous limitons à la filière eau, ansi la présentation des différentes installations (ouvrages) de système d'épuration de la station d'El Rabta

### 4.1. Le traitement des eaux :

#### 4 .1.1. Collecte des eaux résiduaires (réseaux unitaire) :

Elle se fait à travers un seul collecteur qui assure le transport à la fois des eaux domestiques et des eaux pluviales. Ce réseau unitaire est également économique car son dimensionnement est calculé en fonction des eaux pluviales dont le débit est plus important que celui des eaux domestiques. L'inconvénient majeur provient de la variabilité en quantité et en qualité des polluants qui arrive à la station d'épuration *(Franck, 2002).*

Le réseau d'assainissement est à 92% unitaire et à 8% séparatif. Le linéaire total du réseau est de 113 Km. Le bassin collecte est caractérisé par huit sous bassins dont la moitié se déverse au milieu naturel. On dénombre 56 rejets directs, essentiellement concentrés sur l'Oued Mautas. Le volume d'eau rejeté directement dans le milieu naturel est estimé à 3 000 $m^3$/j *(SCE, 2009).*Le réseau est majoritairement gravitaire, il contient cinq stations de relevage, dont trois sont raccordées à la STEP (Fig.2).

Le mode d'épuration des eaux usées est à boues activées à faible charge. Le volume journalier arrivant à la STEP est de l'ordre de 9 400 $m^3$/j, la capacité nominale de la STEP est de 30 000 $m^3$/j. La STEP est dimensionnée pour traiter 150 000 équivalents habitants.

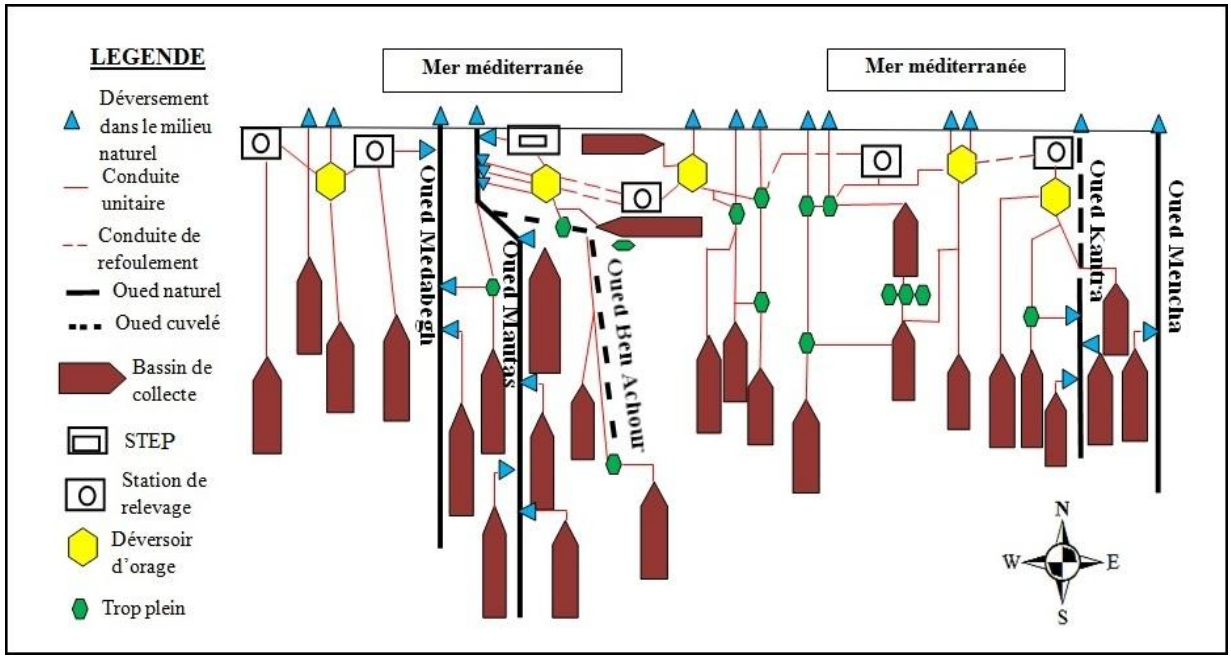


**Figure10 :** Schéma synoptique du système d'assainissement de la ville de Jijel*(SCE, 2009).*

### 4.1.2. Déversoir d'orage :

Le déversoir d'orage sera prévu à l'extérieur de la station, le rôle de cet ouvrage est la protection du système contre les surplus des eaux usées. Les ouvrages hydrauliques seront dimensionnés pour un débit de 25 00 $m^3$/j pour la première phase, un débit à ne pas dépasser sous peine de dysfonctionnement de la station. Le surplus d'eau est collecté dans un « déversoir d'orage ». Pour être évacue dans une conduite vers l'oued « Chàabat ben Achour », pour finir par rejoindre la mer *(Document de la STEP).*

### 4.1.3. Les prétraitements :

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations suivantes:

- le dégrillage ; principalement pour les déchets volumineux,
- le dessablage ; pour les sable et graviers,
- le déshuilage ; pour les huiles et les graisses.

**4.1.3.1. Le dégrillage :** Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau brute, qui pourrait nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivé intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères. Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de protéger les pompes et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieurs du traitement. La station d'El Rabta comporte deux types de dégrilleur :

- **Le dégrilleur grossier :** Il existe deux dégrilleurs automatique grossiers assurant la rétention mécanique de déchets volumineux (papiers, plastique, bois…etc.) de dimension supérieur à 50 mm (Photo.1).

Les matières de vidanges, sont stockées dans la fosse de dépotage construire en tête de la station et sont évacués en incinération *(Document de la STEP).*

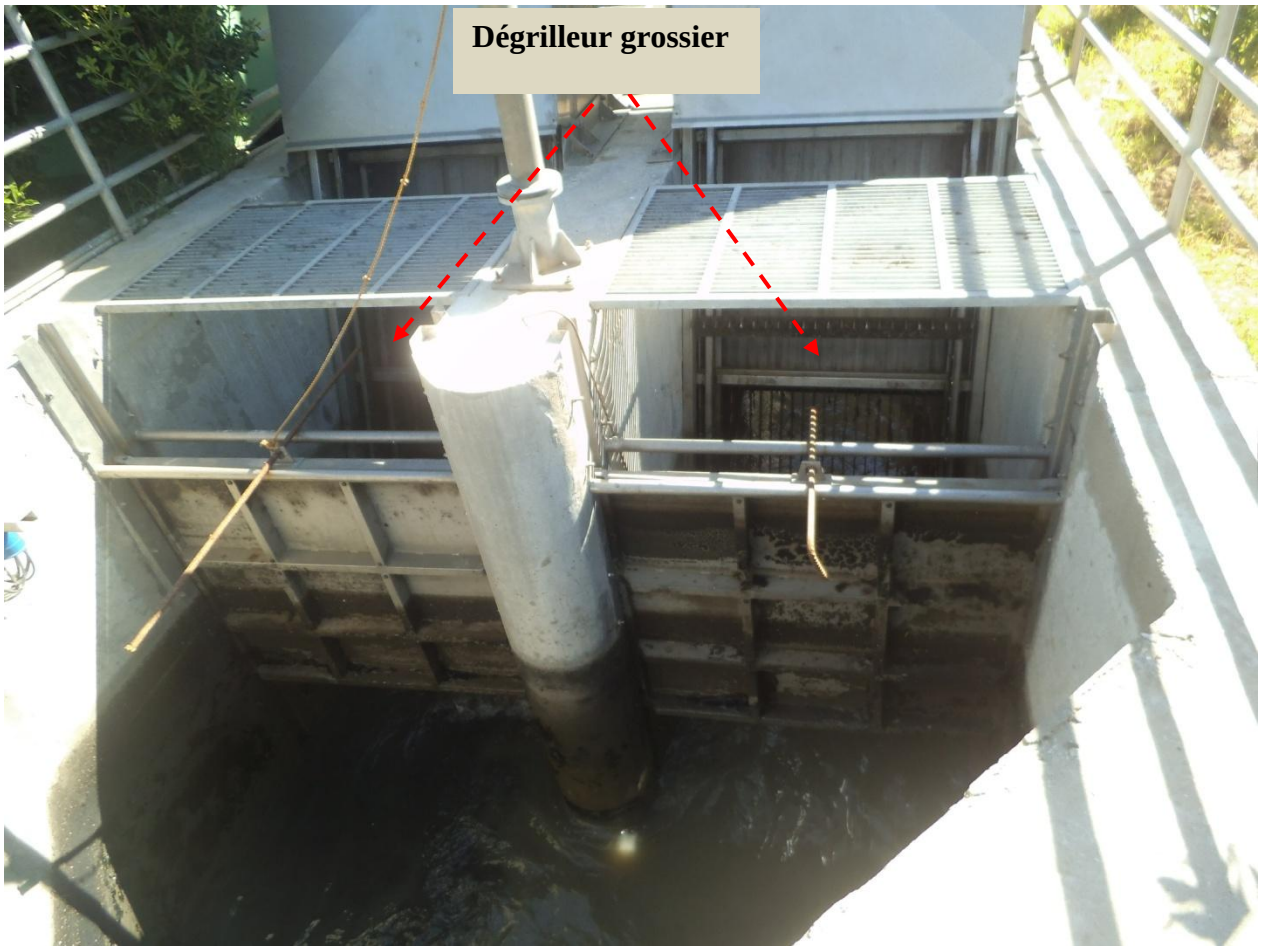


**Photo1 :**Ledégrilleur grossier.

- **Dégrilleur fin :** Il comporte trois dégrilleurs, deux dégrilleurs fonctionnent automatiquement et l'autre manuellement (de secoure). Déposer sur le même axe en communication hydraulique direct avec le dessableur/déshuileurs, afin de retenir mécaniquement tous les petits corps étrangers de dimension supérieur à 10 mm, qui peuvent perturber le fonctionnement des installations(Photo.2).

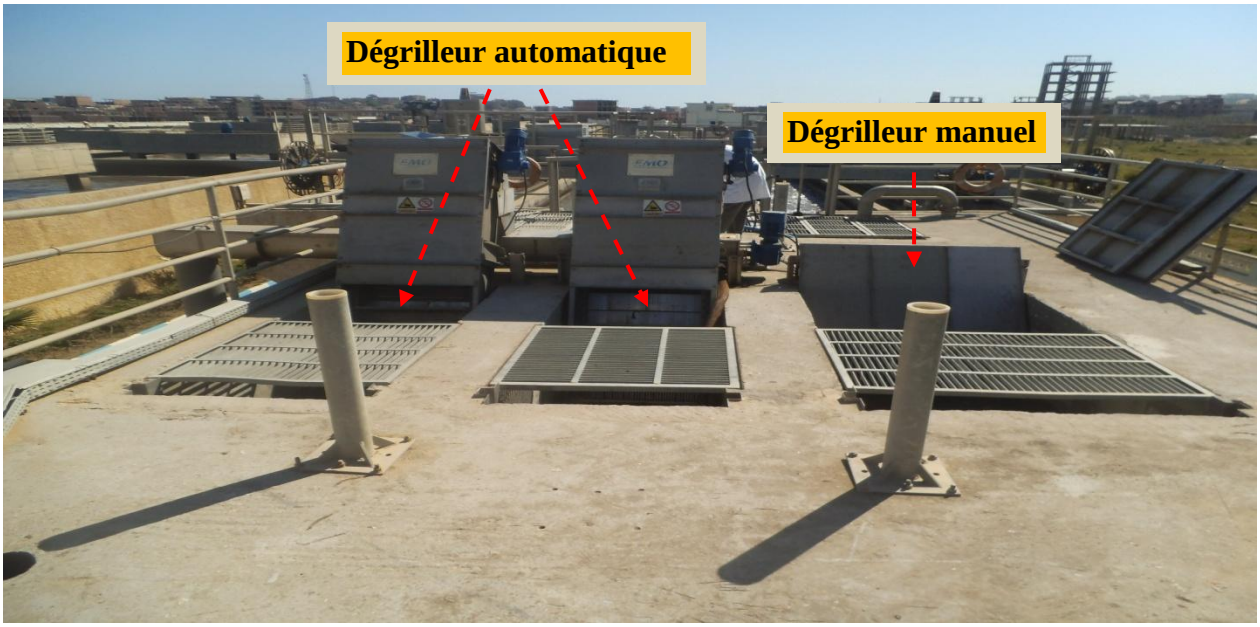


**Photo2 :** Dégrilleurfin(automatique et manuel).

**4.1.3.2. Station de relevage :** Elle comporte quatre pompes qui fonctionnent en alternance selon la variation du débit entrant. La commande des quatre pompes s'effectue par une sonde ultra sonique installée en haut du puits (photo.3). Elles permettent de relever les eaux brutes admises dans la station pour les injectées dans le circuit du traitement.

Le passage de l'eau de la bâche au prétraitement se fait par le biais de ces pompes puis l'eau circule gravitairement vers les ouvrages (Dessaleur/Déshuileur,...)

**Photo 3 :** Station de relevage.

**4.1.3.3. Dessableur-Déshuileur :**

- ***Le dessablage :*** Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, ainsi pour protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements ultérieurs en particulier les réacteurs biologiques.

L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé « dessableur » entraine leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, cette opération concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 µm.

- ***Le dégraissage déshuilage :*** les graisses et les huiles étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des garages, des chaussées, des usines, des abattoirs, …etc.

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide. Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite.

La station d'El Rabta compte deux dessableur/déshuileur installés cote à cote. Chacun est munis d'un système d'injection d'air sous forme de microbulles permettant l'ascension et la flottation des huiles /graisses à la surface. Les matières lourdes (graviers et sables) suivent inverse et décantent en bas du bassin.

L'ouvrage est muni d'un :

- Système *air lift* pour extraire les résidus après un raclage du fond du bassin. Ils seront évacués dans un classificateur après passage par un « égouttoir ».
- Système de racleur superficiel, pour accumuler les graisses et les déversés dans des bennes de stockage.

Ces deux systèmes sont montés sur pont animé d'un mouvement « va et vient »*(Document de la STEP).*

**Photo4 :** Déssableur-déshuileur.

**Photo5 :** Les rejets de sables.

**Photo6 :** Les rejets de graisses.

### 4.1.4. Traitement biologique :

Le procédé de traitement biologique utilisé au niveau de la station d'EL Rabtaest le procédé des boues activées. Il est dit « à boues activées » car l'ensemble des conditions favorables à une activité maximale des bactéries est mis en œuvre : un apport en oxygène suffisant, une agitation permanente afin de favoriser le contact entre bactéries et pollution, une concentration élevée en bactéries pour augmenter l'efficacité du traitement.

Les traitements à boue activée, est le procédé de traitement biologique le plus utilisé pour des stations de taille moyenne à importante (+ de 2000 équivalents habitants), les boues activées étant la suspension boueuse contenant la flore bactérienne épuratrice. Elles sont donc en contact permanent avec les matières organiques dont elles se nourrissent, et avec l'oxygène nécessaire à leur assimilation. Afin de conserver un stock constant et suffisant de bactéries pour assurer le niveau d'épuration recherché, on parle alors de recirculation des boues. La fraction restante est évacuée du circuit et dirigée vers les unités de traitement des boues, elle constitue les « boues en excès ». Le traitement biologique est réalisé dans un ensemble complet qui comporte deux ouvrages principaux : ouvrage de répartition (puits de contacte) et les bassins d'aération (Fig.3).

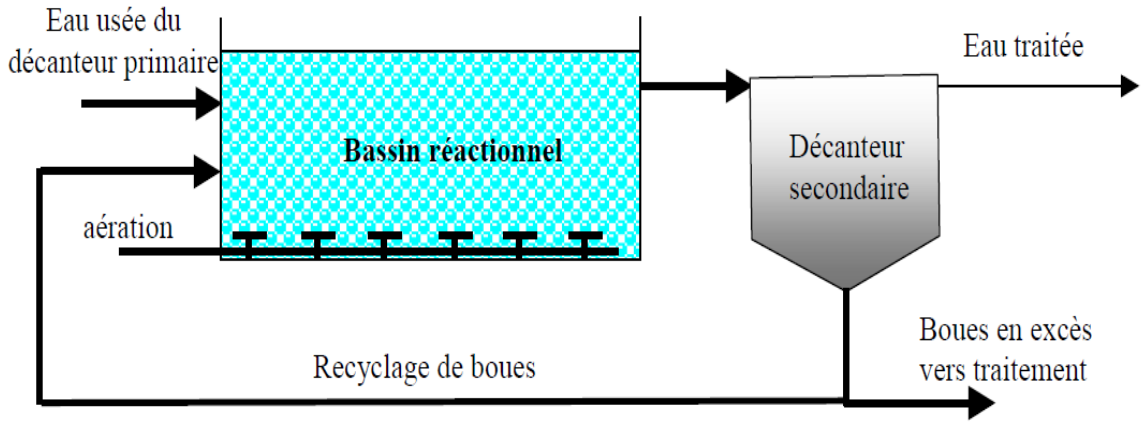


**Figure11:** Traitement biologique aérobie à boue activée.

#### 4.1.4.1. Ouvrage de répartition (puits de contacte) :

C'est la première étape de traitement biologique. La dépollution n'a pas encore débuté, mais il est nécessaire d'assurer un mélange « intime » des eaux usées en provenance du prétraitement avec les boues de retour afin d'amorcer l'épuration biologique et d'éviter la prolifération d'algues filamenteuse (Photo 7 et 8)*(Document de la STEP)*.

**Photo7 :** La boue de retour. **Photo 8 :** L'ouvrage de répartition.

**4.1.4.2. Bassin d'aération :** Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées. Une bonne gestion de l'aération permet également d'assurer les réactions de nitrification et de dénitrification.

La station d'épuration d'El Rabta comporte deux grands bassins d'aération de 27000 $m^3$ séparés chacun en six compartiments (aérateurs) identiques communicants*(Document de la STEP).*

Chaque compartiment est équipé d'un aérateur de surface permettant l'oxygénation de l'eau(Photo 9). Ainsi dans chaque compartiment se succède plusieurs phénomènes biologiques.

**Photo9 :** Bassin d'aération.

**4.1.4.2.1. Elimination de l'azote et du phosphore :** Dans la station d'El Rabta l'élimination de l'azote et du phosphore consiste à utiliser la capacité des microorganismes à transformer l'azote présent sous différentes formes (azote pris dans des molécules organiques, ammoniaque, nitrate, nitrite…) en azote gazeux (N2). Ces microorganismes ont la capacité aussi de concentrer le phosphore sous forme de granule de poly-phosphate sous certaines conditions de mise en œuvre.

***a - Elimination de l'azote :***Plusieurs étapes très différentes sont nécessaires à l'élimination de l'azote, elles sont représentées sur la figure ci-dessous ;

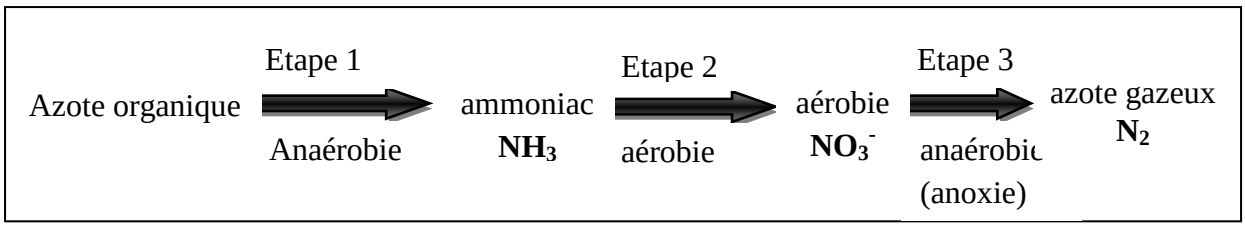


**Figure12:** Différentes étapes de transformation de l'azote sous forme organique en azotegazeux.

La première étape est l'ammonification de l'azote organique. Elle est réalisée par les microorganismes principalement sous des conditions très larges (absence ou présence d'oxygène.) En absence d'oxygène la transformation s'arrête à l'ammoniaque, en présence d'oxygène elle continue jusqu'au nitrate.

La seconde étape est la nitrification. Elle est réalisée en aérobiose par des bactéries nitrifiantes qui vont oxyder l''ammoniac en nitrite ($NO_2^-$), puis en nitrate ($NO_3^-$). C'est une réaction qui se

passe donc en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes (qui ne consomment que de la matière minérale). La présence de matière organique ici empêche cette réaction de se faire correctement.

La troisième étape est la dénitrification : Les différentes étapes de la dénitrification sont représentées par la formule suivante :

$$NO_3^- \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow N_2O \longrightarrow N_2$$

Ces réactions sont réalisées en absence d'oxygène. On dit aussi qu'elles se font en "anoxie". Elle nécessite une source de carbone organique car elle est réalisée par des bactéries hétérotrophes.

Donc le problème de la dénitrification biologique est que pour faire la seconde étape de nitrification, il faut enlever la matière organique présente dans l'effluent et que pour faire la troisième étape de dénitrification, il faut de la matière organique. Nous verrons après comment a été traité ce problème dans les nouvelles stations d'épurations.

*Nota :* On commence à faire une distinction entre "l'anaérobie" et "l'anoxie". Ce sont toutes les deux des mises en œuvre en absence d'oxygène mais l'anoxie se fait à des potentiels d'oxydo-réduction négatifs mais élevés (0 à -150 mV), alors que "l'anaérobie" est caractérisée par des potentiels d'oxydo-réduction encore plus bas (– 200 à -450 mV par exemple).

**b- Elimination du phosphore :** contrairement à l'azote, le phosphore n'est pas biologiquement transformable sous une forme gazeuse.

On l'élimine facilement en précipitant les ions phosphate avec des minéraux (chlorure de fer par exemple) mais ce qui coûte le moins cher reste encore son élimination par la voie biologique. Par cette voie, on le concentre sous forme de granules de polyphosphate à l'intérieur des microorganismes et on élimine les microorganismes.

Pour cela il faut appliquer une stratégie qui est une succession de passage des microorganismes en anoxie (absence d'oxygène) et en aérobie. Le principe d'élimination du phosphore par voie biologique est représenté par la figure suivante (Fig.5).

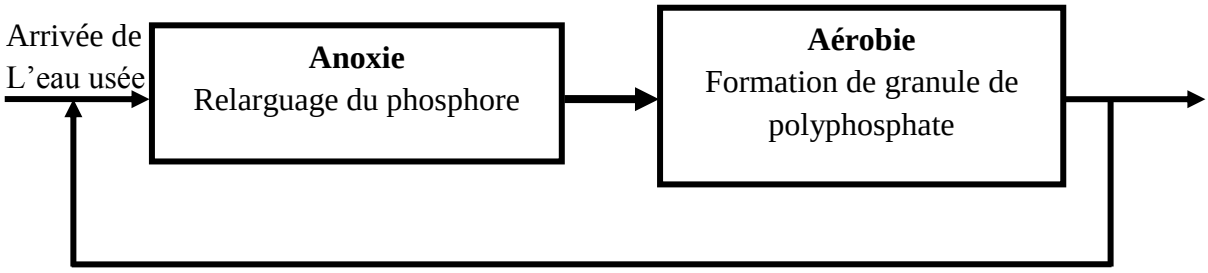


**Figure 13 :** Stratégie d'élimination du phosphore par voie biologique

Le phosphore à éliminer se trouve sous forme de phosphate dans l'eau usée. Dans la phase d'anoxie, les microorganismes accumulent le substrat organique pour en faire des réserves et libèrent le phosphate qu'ils ont de présent sous forme de granule de polyphosphate. Dans la phase aérobie, ils utilisent leurs réserves de substrat pour accumuler les phosphates (sous forme de granule de polyphosphate) qui sont dans l'eau. Comme ils en accumulent plus que ce qu'ils en libèrent, la quantité de phosphates présents diminuent.

Une partie des microorganismes chargés en phosphore (sous forme de granule interne de polyphosphate) sont éliminés après décantation. Une autre partie recommence le cycle.

### 1.5. Décanteurs secondaires :

La STEP est dotée de deux décanteurs cylindro-coniques équipés de racleurs de fond appelés clarificateurs. L'eau sortant du bassin d'aération est un mélange de biomasse constituant les boues et l'eau formant ainsi une liqueur mixte, en séjournant dans cet ouvrage, une partie de la boue se décante sous l'effet de son poids au fond du bassin de répartition, l'autre partie de la boue dite en excès est acheminé vers la filière boue. L'eau se trouve ainsi clarifiée est évacuée vers le bassin de désinfection*(Document de la STEP)*.

**Photo10 :** Décanteur secondaire.

### 4.1.6. La désinfection :

L'eau sort des décanteurs secondaires et sera désinfectée. La désinfection des effluents à pour objectif principale d'hygiéniser les effluents épurés. Afin de protéger les zones sensibles (zone de baignade, bassin de pisciculture) et pour une éventuelle réutilisation dans le domaine agricole.
La désinfection dans la STEP devait se faire par injection de l'eau de javel (hypochlorite de sodium), ou le chlore gazeux à l'entré du bassin de chloration afin de détruire les germes pathogènes et améliorer la qualité bactériologique des effluents épurés afin de protéger les zones sensibles (la mer) et donc obtenir d'une eau épurée à la sortie de la STEP qui devra correspondre aux normes exigées*(Document de la STEP)***.**

### 4.2. Traitement des boues :

A la sortie immédiate des ouvrages de traitement d'eaux, on retrouve par suite des suspensions aqueuses plus ou moins concentrées, qui renferment en totalité ou en partie, les polluants enlevés des eaux à traiter, leurs produits de transformation, ainsi que les réactifs chimiques mis en œuvre. Donc les problèmes des boues se posent immédiatement après ceux de l'épuration des eaux résiduaires.
En effet, à mesure que l'on construit et exploite des stations d'épuration d'eaux résiduaires, on se rend compte que le traitement des boues constitue une phase complémentaire de la lutte contre la

pollution qui s'avère difficile. Le traitement des boues a pour objectif de les conditionner en fonction de ce qu'on a l'intention d'en faire. Ce conditionnement a en général pour effet :

- Une réduction de volume obtenue par épaississement, puis déshydratation (solidification),
- Une diminution du pouvoir de fermentation de ces matières (stabilisation biologique, chimique, thermique...).

### 4.2.1. Poste de pompage des boues de recirculation et d'excès :

Pour assurer un traitement biologique efficace, il faut maintenir une concentration constante (voisine de 5g/l) dans le bassin d'aération. Pour cela, il est nécessaire de recercler une partie des boues qui sont extraire du décanteur secondaire vers l'entrée du bassin d'aération (boues recerclées). Le débit des boues recerclées est tributaire du débit journalier arrivant à la station.
En règle générale, le volume recerclé ne dépasse pas deux fois le volume des eaux usées à traiter. En pratique l'exploitation aura à régler sa recirculation de manière à ce que le débit recerclé présent de 100 à 200 % du débit journalière des eaux usées réellement admis et il peut même atteindre le débit de pointe à temps sec.
Les boues activées extraits du décanteur secondaire sont refoulées vers la tête des bassins aérés par trois pompes centrifuges émergées (dans une pompe de réserve) de capacité unitaire 1000 $m^3$/h installées dans une chambre située à proximité du décanteur*(Document de la STEP)*.

### 4.2.2. Evacuation des boues en excès :

La biomasse augmentant journalièrementavec la quantité de la pollution retenue. Il est donc nécessaire d'enlever régulièrement les boues excédentaires pour maintenir un taux de MES stable dans le bassin d'aération. Il est noté que la baisse dans la production des boues en excès durant les dernières années est due à la recirculation de la majeure partie des boues biologique récoltées, pour améliorer le rendement du traitement biologique amont*(Document de la STEP)*.

### 4.2.3. Epaississement des boues :

La fonction de l'épaississeur est notamment de réduire le volume des boues et ainsi diminuer la charge, cette opération concerne les boues en excès, c'est-à-dire les boues qui ne sont pas recirculer. Elles seront pompées à une concentration de 10 g/l à la sortie du décanteur secondaire

et acheminées vers l'épaississeur pour assurer un épaississement de la boue sous l'action de la pesanteur (pression d'eau) et simultanément par « raclage » qui assure la séparation des deux phases. Concéderont l'expérience locale, la concentration à la sortie de l'épaississeur est de 30 à 35 g/l. Les boues épaissies sont ramenées au centre de l'ouvrage pour alimenter les unités de déshydratation (naturelle et/ou mécanique).

### 4.2.4. Déshydratation des boues :

La déshydratation permet de diminuer la teneur en eau des boues et d'atteindre une siccité allant de 15 à 40%.

**4.2.4.1. La déshydratation naturelle (lits de séchage) :** C'est le procédé le plus utilisé le long de l'année sauf en période pluvieuse ; car il est peu onéreux et très facile à mettre en œuvre.

Il consiste en une filtration gravitaire couplée à un séchage à l'air libre de la boue épaissie épandues sur des aires rectangulaire appelées « lits de séchages » en couches superposées n'excédant pas les 50 cm d'épaisseur.

La STEP compte dix-huit lits de séchage rectangulaire (15m x 30m). Le lit est constitué d'une couche de sable de filtration disposée sur une couche support de gravillons (Photo 11). Cette dernière sert aussi à protéger un réseau de canalisation ou seront drainées les eaux récupérées de la boue. L'élimination de l'humidité résiduaire s'opère grâce à l'effet d'évaporation et d'égouttage de la boue*(Document de la STEP).*

**Photo11 :** Lits de séchage naturel.

**4.2.4.2. La déshydratation mécanique des boues :**Le but de cette opération et le séchage des boues pendant la période pluvieuse par ajout d'un polymère cationique, puis passage dans des machines de presse (filtre à bonde) ce qui sépare les boues des eaux, et donc obtenir une boue parfaitement floculée. Les boues sont pâteuses avec une siccité de 18 à 20%.

**Photo12 :** Table d'égouttage.**Photo13 :** Filtre à bandes.

**4.2.5. Stockage des boues :**

Les boues séchées ou déshydratées sont stockées dans une aire de stockage approprié avant d'être évacuées vers la décharge de la STEP ou l'agriculture*(Document de la STEP)*.

Enfin, l'épuration des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologique, en dehors des gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. En fin, on peut récapituler par la figure suivante (Fig.6) les différents stades de traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'El Rabta.

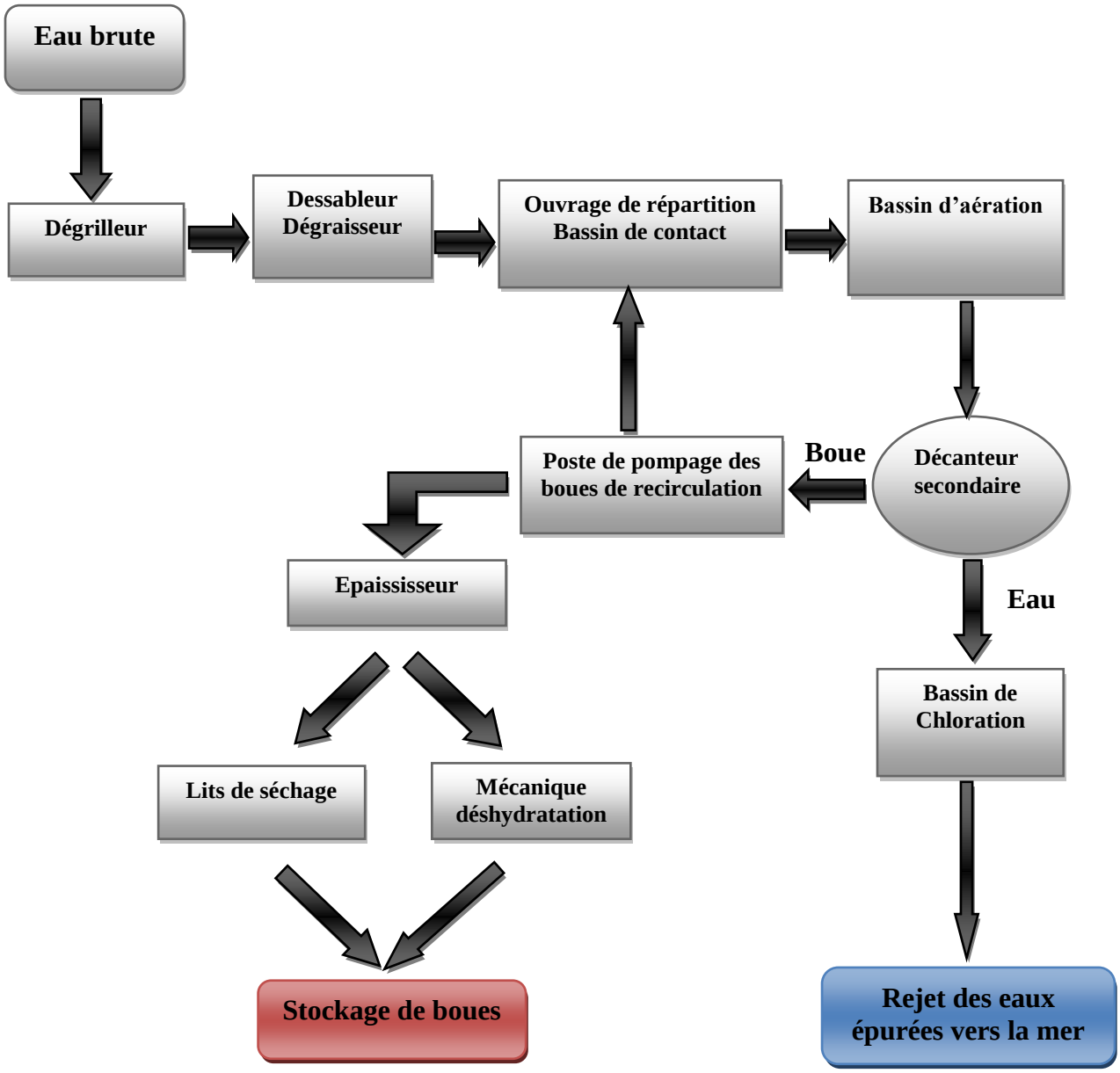


**Figure14:** Schéma des procédés de traitement des eaux usées au niveau de la STEP.

# Conclusion Générale

La ville de Jijel est actuellement dotée d'un système d'évacuation des eaux usées par le biais des égouts. Ces eaux usées sont acheminées jusqu'à la station d'épuration d'El-Rabta.Le réseau d'assainissement de la ville de Jijelest à 92% unitaire et à 8% séparatif.La station fonctionne à une faible charge et un faible débit suivant le processus de boue activée choisi avec une aération prolongée.

Les caractéristiques des eaux résiduaires urbaines de la ville de Jijel sont variables ; cette variation est liée à la nature des rejets humains et la charge des eaux pluviales en différents polluants. Cependant dans ces eaux résiduaires urbaines la pollution prédominante reste organique.

L'objectif de notre étude est basé sur le mode de fonctionnement de la station et la détermination des paramètres physicochimique responsables à la pollution des eaux usées. L'analyse a été portée sur des échantillons d'eau avant et après traitement afin de déterminer l'efficacité d'épuration de cette station et par voie de conséquence de faire une estimation du danger potentiel de ces eaux usées sur les milieux naturels.

La STEP d'El Rabta comporte deux chaines de traitement : L'une concerne le traitement des eaux,elle comprend ; le prétraitement, le traitement biologique à boues activées, la clarification, et la désinfection. La deuxième concerne le traitement des boues : ces sous produits d'épuration subissent une réduction de leur volume par procédés d'épaississement et déshydratation, pour faciliter leur évacuation.

Les résultats analytiques montrent que les eaux épurées par le traitement biologique, se caractérisent par une faible diminution du pH et de la conductivité électrique, les valeurs de la température des différentséchantillons sont très proches.Par contre, les paramètres relatifs à la pollution organique (matières en suspension, demande biochimique en oxygène et les formes d'azotes) diminuent de façon flagrante entre les eaux uséesbrutes (où en enregistrent les valeurs les plus élevées) et les eaux usées traitées (où onenregistre les valeurs les plus faibles).

Les résultats des analyses de la boue de la station d'épuration de la ville de Jijel ont montré que les concentrations en métaux lourds ; cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), nickel (Ni) et le zinc (Zn) sont inférieures aux normes requises. Elles ne présentent aucune influence ou nuisance pour une utilisation agricole.

L'ensemble des résultats obtenus montre que le traitement biologique à boue activée des eaux usées issues de la station d'épuration de la ville Jijel, est parfaitement adapté à l'élimination de la charge polluante à des valeurs admissibles.

Enfin nous suggérons quelques recommandations Dans les travauxfutures, il serait souhaitable :

- La surveillance de la qualité des eaux brutes avant leurs entrées à la STEP et la sortie.
- Créer une nouvelle station dans le coté EST de la ville de Jijel.
- Raccorder d'autres réseaux d'assainissement rejeté directement dans la mer, vers la STEP.
- Une réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource.
- Faire des analyses ou bien une étude complète et développée sur la boue.
- Une réutilisation industrielle des eaux épurées.
- Une réutilisation urbaine telle que le lavage de voirie, et réservoirs anti-incendie.
- assurer le processus de traitement pour durabilité le rondement de la STEP.

# *Références Bibliographiques*


- **Baumont 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. Rapport ORS, 220p..
- **Amy G., Derboux J.F., Arnold R & Wilson L.G, 1996:** Preozonation for enhancing the biodegradability of wastewater effluent in a potable-recovery soil aquifer treatment (SAT) system. Rev. Sci. Eau, 9, pp 365-380.
- **Chocat B, 1997 :** Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition Techniques et Documentations, Paris, 1124p.
- **Desjardins R, 1997 :** Le traitement des eaux. 2$^{éme}$ édition. Edition Ecole Polytechnique de Montréal, Canada, 303p.
- **Djeddi H, 2007 :** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire de magister. Université de Mentouri, Constantine, 157p.
- **Document de la STEP.**
- **Faby J.A., Brissaud F, 1997 :** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 p.
- **Franck R, 2002 :** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP Aquitaine. Bordeaux, pp 165-239.
- **Metahri M.S, 2012 :** Élimination simultanée de la pollution azotée phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tiziz-Ouzou. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouozou, 172p.
- **Monique H & Tardat Henry M, 1984 :** Chimie des eaux. Edition le griffon d'argile, Canada.
- **Moussa Moumouni Djermakoye H, 2005 :** Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries. Caractérisation physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surfaces et les souterraines. Thèse doctorat. Université de Bamako, 135p.
- **Rodier J., Bazin C., Chambon P., Broutin J.P., Champsaud H & Rodi L, 1996 :** L'analyse de l'eau : eaux résiduaires, eau de mer, 8$^{ème}$ édition, Edition Dunod, Paris, 1383p.
- **Savary P, 2003 :** Guide des analyses de la qualité des eaux. Édition Techni. Cités, Paris.

- **Suschka J & Ferreira E, 1986:** Activated sludge respirometrice measurements. Water Research, 20, 2, pp 137-144.
- **Tardat Henry M, 1989 :** Evolution des dérivés de l'aluminium utilisés comme agents de coagulants. Sciences et Techniques de l'Eau..
- **Zysman K, 1993 :** Guide des analyses d'eau potable. Edition la terre des cadres territoriaux, 398p.
- **Abdelkader Gaid**. **:**Traitement des eaux usées urbaines >>. Office des publications universitaire - Algérie 1993.
- **Madjid Temourt :** Réutilisation des eaux usées a l'irrigation, Mémoire Ecole Supérieure Hydraulique Blida
- **Dr aourbed ali** : les différents procèdent des traitements de eaux usées université de BLIDA
- **Sites internet:**

**[4 ] :www.oi.Eau.com**

[5]:**www.ademe.fr**

**http://fr.wikipedia .org/wiki/zonage assainissement**

# Sommaire

Page

**Introduction Générale**..... 1

**Chapitre I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES**

**I. Généralités sur les eaux usées**

1. Définition des eaux usées……... 3

2. Origine des eaux usées……... 3

2.1. Les eaux usées domestiques……..... 3

2.2. Les eaux usées urbaines……..... 4

2.3. Les eaux usées industrielles……..... 4

2.4. Les eaux usées pluviales……..…….... 5

3. Caractéristiques des eaux usées……..…... 5

3.1. Paramètres organoleptiques……..... 5

3.2. Paramètres physico-chimiques……...…. 6

3.3. Paramètres biologique……..... 9

**Chapitre II :les différents procèdes et la station d'épuration des eaux usées**

Introduction …… 11

1. Les procédés de traitement d'épuration des eaux usées…… 11

1.1.Les Prétraitements…… 11

1.2 Traitements primaires…… 14

1.3 Traitements secondaires…… 15

1.4 Traitements Tertiaires …… 16

2 . Le relevage …… 17

**ChapitreIII : LA STATION D'EPURATION D'EL RABTA**

1.La station d'épuration d'El Rabta……..... 18

2. Choix d'implantation de la STEP……..... 19

3. Paramètres et Dimensionnement de la STEP…… 19

4**.** Les procédés d'épuration des eaux usées a la station d'El Rabta. 20

4.1. Le traitement des eau……... 21

4.1.1. Collecte des eaux résiduaires (réseaux unitaire..……..…….. 21
4.1.2. Déversoir d'orage……..….... 22
4.1.3. Les prétraitements……...……..…… 22
4.1.4. Traitement biologique……...……..…….. 26
4.1.5. Décanteurs secondaires……..……...…… 31
4.1.6. La désinfection……..……..……. 32
4.2.Traitement des boues…..……..... 32
4.2.1. Poste de pompage des boues de recirculation et d'excès……..…..……. 33
4.2.2. Evacuation des boues en excès……..……..... 33
4.2.3. Epaississement des boues…..……..…. 33
4.2.4. Déshydratation des bou……..... 34
4.2.5. Stockage des boues……..…….. 35
**Conclusion Générale**…… 37
**Références Bibliographiques**