



جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

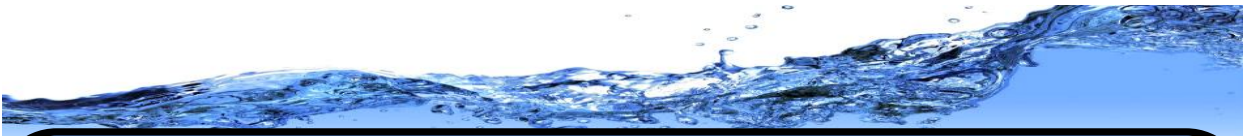


## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en eau et environnement

Option : sciences de l'eau et de l'environnement

### *Thème*



Diagnostic des eaux usées épurées pour leurs  
réutilisations en irrigation

Cas de la STEP de la commune de Frenda wilaya de Tiaret

Présenté par : GASMI Ben Salah

Devant le jury :

Président :	Mr HACHI .M	Maître Assistant (Université de Djelfa)
Promoteur :	Mr KHADER . M .	Maître Assistant (Université de Djelfa)
Examineurs :	Mr FOUFOU .A	Maître Assistant (Université de Djelfa)

Année Universitaire 2013/2014



## Remerciements

Je tiens d'abord à remercier Dieu qui utilise pour mon bien être avec une touche tendre de miséricorde des seigneurs telle que : le Doyen de la faculté des Sciences et de la vie Monsieur mon prof et collègue : Professeur LAHRECH MOKHTAR et Dr LARID Med, Pr ABDELLAOUI Hocine, Dr BOUNOUA et quelques enseignants du Master de l'eau et environnement qui ont assuré l'aide nécessaire avec beaucoup de gentillesse et la nourriture d'un esprit sincère d'amitié et de respect.

Quoique j'adresse ma gratitude et je remercie le l'enseignant KHADHER .M qui a dirigé ce travail, ça ne sera pas suffisant pour lui exprimer toute ma grande reconnaissance pour la confiance et le grand soutien et la disponibilité qu'il m'a accordée pour faire avancer ce travail, soit au niveau scientifique ou matériel, ainsi que son encouragement.

Je remercie les membres de jurée : Mr HACHI.M ET Mr FOUFOU.A qui ont permis de valoriser ce travail par la correction et l'orientation.

Je remercie Dr BOULENOUAR el Houari cadre supérieur et dirigeant du ministère de l'hydraulique, Mr KOUADRI Amar, Mr SBAA Ziane et Mr AZOUZ Med pour les informations et les facilitations qui ont encouragé ce travail à atteindre la phase réalisation.

Sans pour autant oublier à cette occasion d'adresser mes remerciements les plus sincères à tous ceux qui m'ont montré et ce une grande compréhension, respect et humanité et qui ne sont pas nommés.

## الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ وَأَفْلَحَ مَنْ ذَكَرَ اللَّهَ وَمَنْ صَلَّى عَلَى نَبِيِّ اللَّهِ  
وَالسَّلَامَ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةَ اللَّهِ وَبَرَكَاتِهِ وَسِرَّ نَعْرِفَ بِهِ اللَّهُ

يقول الله سبحانه وتعالى في كتابه العزيز :

﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾

[سورة الأنبياء الآية: 30]

﴿وَفِي السَّمَاءِ رِزْقُكُمْ وَمَا تُوعَدُونَ﴾

[سورة الذاريات الآية: 22]

﴿كَلَّا نُمِدُّ هَؤُلَاءِ وَهَؤُلَاءِ مِنْ عَطَاءِ رَبِّكَ وَمَا كَانَ عَطَاءُ رَبِّكَ مَحْظُورًا﴾

[سورة الإسراء الآية: 20]

﴿فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ \* أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا \* ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا \* فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا \* وَعِنَبًا  
وَقَضْبًا \* وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا \* وَحَدَائِقَ غُلْبًا \* وَفَاكِهَةً وَأَبًّا \* مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ﴾

[سورة عبس الآية: 24-32]

الى أمي وأبي وخالي بكاي عبد الرحمان وعلي وخالاتي وزوجتي و أبنائي من كان سببا في هذا الإنجاز و  
جعله في ميزان حسنات الأب رحمة الله عليه

سبحان الله عما يصفون وسلام على المرسلين والحمد لله رب العالمين

# Sommaire

---

## Sommaire

Liste des tableaux

Listes des figures

Introduction générale01

### *Partie I études bibliographiques*

#### *Chapitre I Caractéristiques des eaux usées*

I.1.Introduction	05
I.2. Définition de la pollution	05
I.3. Origine des eaux usées	05
I.3. Origine des eaux usées	06
I. 3.1. Les eaux usées domestiques	06
I. 3.1.1. Eaux de cuisine	06
I. 3.1.2. Eaux de buanderie	06
I. 3.1.3. Eaux vannes	06
I.3.2. Les eaux usées industrielles	06
I.3.3. Les effluents agricoles	07
I.3.4. Les eaux de ruissellement	07
I.4. La pollution des eaux	07
I.4.1. Les différents types de pollution	07
I.4.1.1. La pollution chimique	07
I.4.1.2. La pollution organique	08
I.4.1.3. La pollution radioactive	08
I.4.1.4. La pollution thermique	09
I.4.1.5. La pollution microbienne	09
I.4.1. 6. La pollution agricole	09
I.4.1.7. La pollution par les hydrocarbures	09
I.4.2. Les paramètre de pollution	10
I.4.2.1. Les paramètres physiques	10
I.4.2.1.1. La température	10
I.4.2.1.2. L'odeur	10
I.4.2.1.3. La couleur	10
I.4.2.1.4. Les matières en suspension (M.E.S)	10
I.4.2.1.5. Matières minérales	11
I.4.2.1. 6. Matières décantables et non décantables	11
I.4.2.2. Les paramètres chimiques	11
I.4.2.2. Les paramètres chimiques	11
I.4.2.2.1. Le pH	11
I.4.2.2.2. La conductivité	11
I.4.2.2.3. L'oxygène dissous	11
I.4.2.2.4. La demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	12
I.4.2.2.5. Les nutriments (Azote et Phosphore)	12
I.4.2.2.6. Équilibre nutritionnel	14
I.4.2.4. Les normes de rejet	14
I.5. Conclusion	15

#### *Chapitre II : Procédés d'épuration*

II.1. Introduction	17
II.2. Les différentes étapes du traitement des eaux usées	18

<b>II.2.1. Prétraitements</b>	<b>18</b>
<b>II.2.1.1. Dégrillage</b>	<b>19</b>
<b>II.2.1.1.1 Grilles à nettoyage par l'amont</b>	<b>19</b>
<b>II.2.1.1.2) Les grilles mécaniques à nettoyage par l'aval</b>	<b>20</b>
<b>II.2.1.2. Dessablage</b>	<b>20</b>
<b>II.2.1.3. Dessablage dégraissage</b>	<b>21</b>
<b>II.2.2. Le traitement primaire</b>	<b>22</b>
<b>II.2.3. Le traitement secondaire</b>	<b>23</b>
<b>II.2.3. 1. Le procédé biologique</b>	<b>23</b>
<b>II.2.3.2. Les procédés intensifs ou artificiels</b>	<b>25</b>
<b>II.2.3.1.1. Lits bactériens</b>	<b>25</b>
<b>II.2.3.1.2. Disque biologique</b>	<b>26</b>
<b>II.2.3.1.3. Épuration par boues activées</b>	<b>27</b>
<b>II.2.3.1.4. Avantages et inconvénients des différents procédés intensifs</b>	<b>31</b>
<b>II.2.3.2. Le procédé physico-chimique</b>	<b>35</b>
<b>II.2.3.2.1. Avantages et inconvénients du traitement physico-chimique</b>	<b>35</b>
<b>II.2.3.2.2. Procédé d'épuration à filtres plantés</b>	<b>35</b>
<b>II.2.3.2.3. Le principe</b>	<b>36</b>
<b>II.2.3.2.4. Le rôle des macrophytes</b>	<b>37</b>
<b>II.2.4 Procédés de traitement tertiaire des eaux usées (la désinfection)</b>	<b>38</b>
<b>II.2.4 .1. La chloration</b>	<b>39</b>
<b>II.2.4.2. La chloration-déchloration</b>	<b>40</b>
<b>II.2.4.4Le rayonnement ultraviolet</b>	<b>41</b>
<b>II.2.4.5. Les autres moyens de désinfection</b>	<b>41</b>
<b>II.2.4.5. 1- Lagunage définition</b>	<b>42</b>
<b>II.2.4.5.2- Filtration</b>	<b>42</b>
<b>II.2.4.6. Étude comparative entre les différents procédés de désinfection</b>	<b>42</b>
<b>II.2.5 Traitement de boues</b>	<b>42</b>
<b>II.2.5.1. Epaississement</b>	<b>42</b>
<b>II.2.5.2. Stabilisation</b>	
<b>II.2.5.3. Lits de Séchage</b>	<b>44</b>
<b>II.3. Données à prendre en compte pour le choix du procédé d'épuration</b>	<b>44</b>
<b>II.4. Conclusion</b>	<b>45</b>

*Partie II matériels et méthodes*

*Chapitre III Présentation et étude socioéconomique de la zone d'études liées au  
Fonctionnement de la STEP*

<b>III.1.1. Situation géographique</b>	<b>48</b>
<b>III.1.2. Situation topographique</b>	<b>48</b>
<b>III.1.3. Situation géologique et hydrogéologique</b>	<b>49</b>
<b>III.1.3.1. Géologie</b>	<b>49</b>
<b>III.1.3.2. Sismicité</b>	<b>49</b>
<b>III.1.3.3. Hydrogéologie</b>	<b>49</b>
<b>III.1.4. Situation climatologique</b>	<b>50</b>
<b>III.1.4.1. Le climat</b>	<b>50</b>
<b>III.1.4.2. La température</b>	<b>50</b>
<b>III.1.4.3. La pluviométrie</b>	<b>50</b>
<b>III.1.4.4. Le vent</b>	<b>50</b>
<b>III.1.5. La population</b>	<b>50</b>
<b>III.1.5.1.1 services de consommateurs d'eau</b>	<b>52</b>

III.1.5.1.2 Inventaire des industries existantes	54
III.1.6. Etude de la Situation hydraulique en amont de la STEP (situation et perspectives)	55
III.1.6.1. Alimentation en eau potable	55
III.1.6.2. Réseaux d'assainissement	55
III.2. Fonctionnement de la STEP de Frenda	56
III.2.1 Prétraitement	57
III.2. Traitement biologique	58
III.2.3 Composition de la contenance du lit de séchage	60

#### *Chapitre IV Matériel et méthodes*

IV.1. Matériel	63
IV.1.1. PH-mètre	63
IV.1.2. Centrifugeuse	63
IV.1.3. Spectrophotomètre	64
IV.1.3.1 Principe de la spectrophotométrie	64
IV.1.4. Réacteur DCO	66
IV.1.5. Réacteurs « batch »	66
IV.1.6- Méthodes d'analyses	67
IV.1.6.1 La DBO5	68
IV.1.6.2 La DCO	68
IV.1.6.3 la matière en suspension	68

#### *Chapitre V : Résultats et discussions*

V.1. Perspectives d'évolution de la population à moyen et à long terme liées à l'utilisation de la STEP	71
V.2.1. Besoins domestiques	72
V.2.2. Besoins des équipements socioéconomiques en eau	73
V.3. Calcul des besoins en eau pour les horizons d'études	73
V.4. Etude et calcul prospective des besoins de traitement des eaux usées de la STEP de Frenda en vue de REUT	74
V.4.1 Evaluation des charges polluantes	75
V.4.1 .1 La charge moyenne journalière en DBO <sub>5</sub>	75
V.4.1 .2. La charge en MES	76
V.5. Caractéristiques physicochimiques de l'effluent liquide (eau)	78
V.5.1. Etude et valorisation agricole des eaux usées traitées (effluent liquide)	78
V.5.2- Caractérisation de l'effluent liquide et élimination simultanée de l'azote et du phosphore par valorisation agricole	83
V.5.3. Résultats d'affluents liquides de la STEP	83
V.6. Caractéristiques physicochimiques de l'effluent solide (boues)	83
V.6.1. Les paramètres de qualités et classification des boues résiduaires urbaines	84
V.6.2. Les métaux lourds	85
V.6.3. Etude de valorisation agricole de l'effluent solide (boues résiduaires)	87
V.7- discussions des résultats	88
V.8. Conclusion	91
Conclusion générale	93
Bibliographie	96

#### *Annexes*

Annexe I Faisabilité de la REUT de la STEP de Frenda pour l'irrigation dans le cadre socioéconomique et politique national	01
--	----

<b>Annexe II L'acceptabilité de la REUT de l'eau de la STEP de Frenda pour l'irrigation à travers le concept physico chimique</b>	<b>04</b>
<b>Annexe III L'acceptabilité de la REUT de l'eau de la STEP de Frenda pour l'irrigation et concept des cultures autorisées</b>	<b>07</b>

### *Liste des tableaux*

<b>Tab I.1: le mode de traitement des affluents en fonction du rapport (DCO/DBO)</b>	<b>13</b>
<b>Tab II.1 : classement des procédés par boues activées</b>	<b>29</b>
<b>Tab II.2 : Avantages et inconvénients des différents procédés</b>	<b>30</b>
<b>Tab II.3: Avantages et inconvénients des différents procédés intensifs</b>	<b>31</b>
<b>Tab II.4: Avantages et inconvénients du lagunage</b>	<b>34</b>
<b>Tab II.5: Avantages et inconvénients du traitement physico-chimique</b>	<b>36</b>
<b>Tab II.6 : Tableau comparatif des principaux modes de désinfection des eaux usées</b>	<b>43</b>
<b>Tab III.1 : Evolution de la population entre 1998 et 2005 de la ville de FRENDA</b>	<b>51</b>
<b>Tab III.2 : Education et Formation</b>	<b>52</b>
<b>Tab III.3 : équipements sanitaire</b>	<b>52</b>
<b>Tab III.4: Situation annuelle de l'abattoir</b>	<b>53</b>
<b>Tab III.5 : récapitulatif des équipements sportif</b>	<b>53</b>
<b>Tab III.6 : équipements commerciaux</b>	<b>54</b>
<b>Tab III.7 : Activités industrielles</b>	<b>54</b>
<b>Tab III.8: Ouvrages de stockage</b>	<b>55</b>
<b>Tab IV.1.: Perspectives d'évolution de la population future (2020 - 2035)</b>	<b>71</b>
<b>Tab V.1.: Perspectives d'évolution de la population future (2020 - 2035)</b>	<b>72</b>
<b>Tab V.2: Estimation des besoins en eau domestique de la zone d'étude</b>	<b>72</b>
<b>Tab V.3. Besoins en eau publique des équipements de la zone d'étude</b>	<b>73</b>
<b>Tab V.4.: Consommation moyenne en eau potable</b>	<b>74</b>
<b>Tableau V.5. Charges de pollution à traiter par la station d'épuration de FRENDA</b>	<b>76</b>
<b>Tab V.6. Données des analyses effectuées des affluents liquides (inputs-outputs)</b>	<b>79</b>
<b>De la STEP de Frenda:</b>	<b>79</b>
<b>Tab V.7.: Les normes Algérienne des rejets des eaux usées</b>	<b>80</b>
<b>Tab V.8. Estimation du rendement d'épuration des affluents solides et Liquides de la STEP de Frenda</b>	<b>81</b>
<b>TabIV.9. Caractéristiques physico chimique moyenne de L'affluent pour cinq échantillons aléatoires solide comparé au fumier de ferme</b>	<b>84</b>
<b>Tab IV.10. Concentration en métaux lourds de la boue Résiduaire fraîche de la station d'épuration</b>	<b>86</b>
<b>Tab V.11. Limites recommandées en éléments traces dans Les eaux épurées destinées à l'irrigation</b>	<b>86</b>

### *Liste des figures*

<b>Fig. I. 1 : Origines des polluants</b>	<b>05</b>
<b>Fig. II.1 : Grille mécanique courbe</b>	<b>19</b>
<b>Fig. II.2: Grille mécanique droit</b>	<b>20</b>
<b>Fig. II.3 Dessabler- déshuileur de la STEP étudié</b>	<b>22</b>
<b>Fig. II.4 : Poste de prétraitement des eaux usées</b>	<b>22</b>
<b>Fig. II.5 : Décanteur lamellaire</b>	<b>23</b>

Figure II.6 : Décanteur flocculateur, type clarifloculateurs	23
Fig. II.7 : Évolution d'une culture bactérienne	25
Fig. II.8 : Schéma explicatif d'un lit bactérien	26
Fig. II.9 : Schéma explicatif d'un disque biologique	27
FigII.10 : Traitement par boues activées	28
Fig. II.11 : Lagunage naturel	33
Fig. II.12 : Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel	33
Fig. II.13 : Schéma de principe d'un lagunage aéré	34
Fig. II.14 : coupe transversale d'un filtre planté	36
Fig. II.15 : Schéma de l'activité des macrophytes	38
Fig.III.1.1 : situation de Frenda.	48
Fig. III.2 : carte de situation de la future STEP de Frenda	56
Fig. N° III.3 Plan de masse de la STEP de Frenda	56
Fig. III.4. Conduite principale	57
Fig. III.5. Dégrillage grossier de la station d'épuration	58
Fig. III.6 : Dessablages / Dégraissage	58
Fig. III.7 : Bassin d'aération de la station d'épuration	58
Fig. III.8 : Bassins de décantation secondaire	59
Fig. III.9 : Canal des rejets de la station d'épuration	59
Fig. III.10 : Lits de séchage des boues	60
Fig. N° IV.1. Un pH mètre	63
Figure IV.2. Une centrifugeuse	64
Figure IV.3. Un spectrophotomètre	64
Figure IV.4. : Schéma pour définir la densité optique du milieu	65
Figure IV.5. : Schéma de l'absorbance	65
Figure IV.6. Un réacteur DCO	66
Figure IV.7. Un réacteur batch	66

### *Les abréviations les plus utilisées*

**REUT : Réutilisation des Eaux Usées Traitées**

**UE : Union Européenne ;**

**EDTA : Acide éthylène diamine Tétracétique ;**

**DTPA : acide diéthylentriaminepentacétique**

**Eh : potentiel d'oxydo-réduction.**

**INRAA : institut national de la recherche agronomique algérien**

**ETM : éléments traces métalliques ;**

**CEC : capacité d'échange cationique**

**STEP : station de traitement des eaux usées et potables**

**ISO: International Organization for Standardization;**

**ppm: parties par million (mg/kg) ;**

**DTPA : diéthylentriaminepentacétique acid**

**Eh : potentiel d'oxydo-réduction.**



## ***Introduction générale***

Un grand nombre de problèmes se posent quand on envisage l'exploitation de toutes les ressources hydriques disponibles en Algérie dont la disponibilité des ressources en eau est un facteur déterminant pour le développement du secteur agricole prévue comme l'apport économique incontournable pour un pays économiquement fort.

L'Algérie fait face à de nombreux défis économiques, écologiques. Un déficit hydrique de plus en plus important dans le domaine agricole accentué par le manque des ressources hydriques en plus des changements climatiques, la dégradation de la diversité biologique et la désertification sont des menaces graves pour le développement durable, et nécessitent une action coordonnée au niveau national et régional privilégiant une synergie entre toutes les possibilités d'exploitation des ressources hydriques possibles dans le cadre de l'eau et de l'environnement.

En Algérie, selon des estimations récentes du MRE, les ressources totales en eau renouvelables se monteraient à 19,1 milliards m<sup>3</sup>/an réparties entre les eaux souterraines (30%) et les eaux de surface (70%), soit environ 600 m<sup>3</sup>/habitant/an, le secteur agricole est de loin le plus important consommateur d'eau, avec environ 68%, suivi par le secteur domestique et par le secteur industriel, soit respectivement 9% et 23% des prélèvements d'eau totaux.

À la différence de la plupart des pays du Maghreb, les ressources en eaux souterraines de l'Algérie, qui sont plus stables, sont moins importantes que celles en eaux de surface. Outre leur quantité limitée, les ressources en eaux de surface sont soumises à une faible perméabilité des sols et à un couvert végétal pauvre, ainsi qu'aux irrégularités des précipitations et des régimes hydrologiques. Qui plus est, la mobilisation et la gestion des ressources en eaux sont entravées par leur inégale disponibilité dans l'espace et le temps, l'envasement rapide des barrages, la pollution et les coûts élevés des investissements. Aussi les ressources en eau de l'Algérie sont-elles limitées, vulnérables et inégalement réparties dans l'ensemble du pays.

Il résulte de ce qui précède que l'Algérie cherche à améliorer la situation en adoptant une nouvelle politique de ressources en eau et de nouvelles solutions propres à atténuer la crise. Les eaux usées traitées représentent une alternative prometteuse qui n'est pas seulement disponible en permanence mais qui l'est aussi de plus en plus avec l'expansion des villes, l'essor du tourisme et de l'industrie. Dans le secteur agricole, la réutilisation des eaux usées traitées est une technique qui offre une valorisation supplémentaire des ressources en eau tout en protégeant l'environnement.

Les précipitations, les barrages hydro-électriques, les cours d'eau et les eaux souterraines alimentent quotidiennement les terres agricoles et leurs raretés nous fait pensé que La réutilisation des eaux usées traitées peut constituer une alternative importante à l'usage des eaux propres et fraîches dans le secteur agricole, notamment dans un pays comme l'Algérie, où l'irrigation utilise jusqu'à 80 % des eaux consommées. Cet essai a pour but d'évaluer l'impact de cette réutilisation (la REUT dans l'irrigation) dans le cadre d'étude versant dans le développement durable spécialement dans l'aspect : eau et environnement, la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation cas de la STEP de la commune de Frenda wilaya de Tiaret.

Cette étude est subdivisée en deux parties ; la partie bibliographique contient un chapitre sur les caractéristiques des eaux usées, le deuxième chapitre sur les procédés d'épuration et la partie matériels et méthodes composé du troisième chapitre pour la présentation et étude socioéconomique de la zone d'études liées au fonctionnement de la STEP, le quatrième chapitre comprenant matériel et méthodes et un cinquième chapitre appréhendant Résultats et discussions.

**Partie I:**

---

**Etude**

---

**Bibliographique**

---



Partie I :

---

# Chapitre I :

# Caractéristiques

# des eaux usées



# Chapitre I : Caractéristiques des eaux usées

## I.1.Introduction :

Il est nécessaire d'épurer les eaux usées avant de les rejeter en milieu naturel ou encore plus les utilisées pour l'irrigation et pour faciliter la protection de notre environnement en évitant les mauvaises odeurs surtout lorsque l'importance des rejets excèdent la capacité d'autoépuration des cours d'eau ou les stations d'épuration, qui ne sont pas sans conséquences sur la faune et la flore [1].

## I.2. Définition de la pollution :

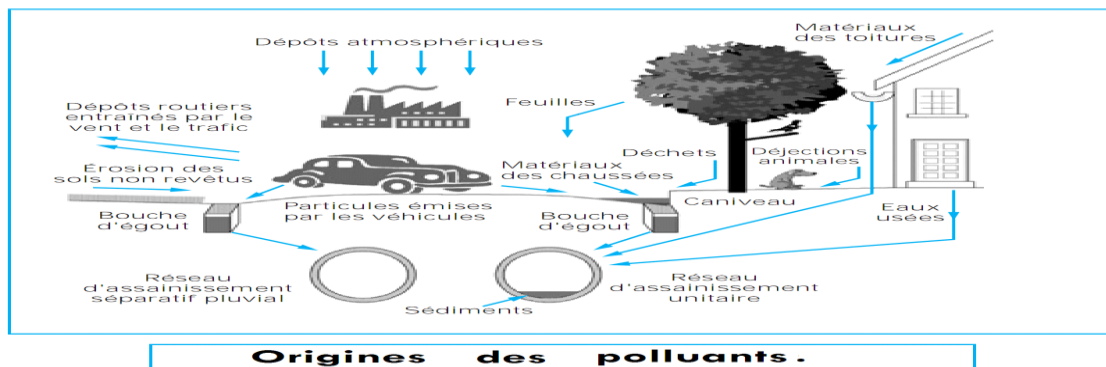
La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de cette eau, provoquée par le rejet de substances indésirables qui perturbent les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique, et induisent d'importantes nuisances : mauvaises odeurs, fermentations, inconforts divers, et des risques sanitaires qui se répercutent, à court terme, sur notre organisme, à travers, la chaîne alimentaire [2].

## I.3. Origine des eaux usées :

Les eaux résiduaires ont une origine variable selon les différentes activités humaines : usages domestiques, usages industriels, usages agricoles, entretien des espaces publics (voir figure I.1)

Cette eau déversée en totalité au milieu naturel est susceptible d'entraîner la pollution de ce milieu. [3]

Suivant l'origine des eaux polluantes ; on peut distinguer :



## **Fig. I. 1 : Origines des polluants. [3]**

### **I. 3.1. Les eaux usées domestiques :**

Elles proviennent des habitations, et sont généralement véhiculées par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

Ces eaux se caractérisent par leur forte teneur en matières organiques, en sels minéraux (Azote, phosphore), en détergents et en germes fécaux.

Les eaux usées domestiques peuvent provenir de trois origines possibles [3] [4] :

#### **I. 3.1.1. Eaux de cuisine :**

Elles sont riches en matières grasses plus ou moins émulsionnées par les détergents.

#### **I. 3.1.2. Eaux de buanderie :**

Ce sont les eaux de lavage des locaux, elles contiennent des détergents, des savons plus ou moins émulsionnés avec des graisses.

#### **I. 3.1.3. Eaux vannes :**

Ces eaux très riches en matières hydrocarbonées, en azote et en phosphore, représentent un substrat adapté aux procédés du traitement biologique, mais elles peuvent contenir des microorganismes pathogènes [2] (bactéries, virus, et parasites divers).

### **I.3.2. Les eaux usées industrielles :**

Provenant des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se retrouvent concentrés dans l'eau :

- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, ...) ;
- Sels métalliques (traitement de surface, métallurgie) ;
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries ...) ;
- Eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

**I.3.3. Les effluents agricoles :** Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales [2] et [4] (purins et lisier de bétail).

#### **I.3.4. Les eaux de ruissellement :**

Ce sont essentiellement les eaux de pluie et de lavage des chaussées. Les eaux de pluie sont caractérisées par un débit fortement variable, présentant des valeurs moyennes à fortes variations saisonnières à l'intérieur desquelles la répartition des débits est aléatoire [5].

La pollution entraînée est maximale en début de précipitation. Elle correspond au lavage des toits et chaussées. Elle décroît ensuite fortement en cas de pluie persistante.

Les polluants sont en majorité des matières en suspension d'origine minérale, mais aussi des hydrocarbures provenant de la circulation automobile. On y trouve aussi des polluants de l'atmosphère [2] (poussière, oxyde d'azote No, oxyde de soufre SOx, du plomb, etc.) [3] et [6].

#### **I.4. La pollution des eaux :**

L'eau est le réceptacle de rejets d'habitations, de collectivités et d'industries. Il est donc inévitable qu'il y ait des souillées. Celles-ci s'infiltrant dans le sol où elles peuvent polluer les eaux souterraines ; ou bien s'écoulent sur le sol ou dans les égouts et sont évacuées soit dans le cours d'eau, soit directement dans la mer. Il est à considérer, de façon générale, que la pollution des eaux est une conséquence de l'homme mis à part les phénomènes naturels [4] et [7].

**I.4.1. Les différents types de pollution :** Les causes de la pollution se sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes. Selon leur nature, on distingue divers types de pollution [8]:

##### **I.4.1.1. La pollution chimique :**

La pollution chimique de l'eau devient de nos jours une préoccupation de la santé publique, qui prend des formes multiples. Certaines formes de pollution chimique échappent souvent aux méthodes ordinaires de traitement de l'eau et posent par conséquent des problèmes complexes de pollution, tant au niveau des eaux de surfaces, qu'au niveau des

nappes souterraines. La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements des polluants organiques des sels, et des métaux lourds par les unités industrielles [9]. 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 nappes souterraines.

Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories [3] [10]:

- Les substances chimiques dites « indésirables » ;
- Les pesticides et produits apparents ;
- Les substances toxiques ;
- Les détergents et les colorants.

#### **I.4.1.2. La pollution organique :**

Elle constitue la partie la plus importante et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composants proviennent des industries textiles, papeteries, industrie de bois, de raffineries et d'abattoirs. Ces matières organiques qui se présentent aussi bien en suspension (Particules solides) qu'en solution dans l'eau sont appelées à devenir des polluants lorsqu'elles sont déversées en quantités massives ou de façon répétée dans les espaces limités

Les matières organiques peuvent être biodégradables c'est-à-dire susceptibles d'être détruites par autoépuration grâce aux micro-organismes présents dans l'eau qui se nourrissent de cette pollution, mais entraînent en contrepartie une consommation importante d'oxygène dissous. D'autres matières peuvent être non biodégradables [4] et [11].

#### **I.4.1.3. La pollution radioactive :**

La radioactivité libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (Certaines eaux d'origine profonde), ou d'une contamination liée à des retombées atmosphériques (explosion nucléaire), des champs de rayonnements d'origine industrielle [4] et [12] ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets des installations des centrales nucléaires.



#### **I.4.1.4. La pollution thermique :**

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermiques ou nucléaires en particulier. Ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous dans l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune [4] et [13].

#### **I.4.1.5. La pollution microbienne :**

C'est une pollution d'origine humaine ou animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y'a dans l'eau des micro-organismes pathogènes (E-coli, streptocoque fécaux...) qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses.

Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux usées doivent être analysées et contrôlés [5] [14].

#### **I.4.1. 6. La pollution agricole :**

Elle est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et des pesticides.

#### **I.4.1.7. La pollution par les hydrocarbures :**

Les hydrocarbures sont divisés en deux groupes de substances :

- Les composés organiques volatiles (C.O.V) sont représentés surtout par les alcènes, les benzènes, le toluène. Ce sont des produits qui peuvent être déversés accidentellement dans le milieu naturel (par exemple par les fissures des réservoirs de stockage, enfouis-en sous-sol).

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (H.A.P.), les hydrocarbures responsables de la pollution des eaux peuvent provenir de nombreuses sources :

Les effluents éliminés par l'industrie pétrolière, pétrochimie, les usines à gaz, les citernes, les réservoirs et les navires pétroliers [15].

## **I.4.2. Les paramètres de pollution :**

### **I.4.2.1. Les paramètres physiques :**

#### **I.4.2.1.1. La température :**

Il est indispensable de connaître la température exacte de l'eau, car c'est un facteur important dans la vie d'un cours d'eau. Un changement de température affecte les diverses propriétés de l'eau. La température joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz et dans la conductivité électrique et dans les variations du pH [16].

La température optimale pour l'activité des micro-organismes, épurateurs est comprise entre 20°- 30°C, au-delà, la vitesse de réaction décroît rapidement et le floc bactérien se trouve rapidement épuisé en oxygène [5] et [17].

#### **I.4.2.1.2. L'odeur :**

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde [18].

#### **I.4.2.1.3. La couleur :**

La couleur de l'eau d'égout d'origine domestique est normalement grisâtre ; une couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle [4] et [19].

#### **I.4.2.1.4. Les matières en suspension (M.E.S) :**

Théoriquement, ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Les matières en suspension (MES) comportent des matières organiques et des matières minérales. Toutes les MES ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par filtration. En général les M.E.S se subdivisent en matières volatiles en suspension (M.V.S) et en matières minérales (M.M). Les charges en matières solides apportées par les eaux brutes par habitant et par jour peuvent être estimées, en première approximation à [20]:

- 60 à 80 g dont environ 70% de matières volatiles (réseau séparatif).
- 70 à 90 g dont environ 65% de matières volatiles sèches (réseau unitaire).

Elles sont obtenues après séchage à 105°C pendant deux heures [5] [20].

#### **I.4.2.1.5. Matières minérales :**

On obtient la quantité des matières minérales par la différence entre les matières volatiles et les matières en suspension. Elles représentent le résidu de la calcination et correspondent à la présence des sels, silice, poussière...

Elles sont mesurées par calcination à 600°C en deux heures [5] [21].

#### **I.4.2.1. 6. Matières décantables et non décantables :**

On appelle matières décantables les matières qui sont capables de se décanter au bout de deux heures, au-delà ce sont des matières non décantables ; ces dernières restent dans le surnageant et vont être dirigées vers le traitement biologique [22] et [23].

#### **I.4.2.2. Les paramètres chimiques :**

##### **I.4.2.2.1. Le pH :**

La valeur du pH est très importante dans les procédés biologiques, le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydrique de carbone lié à la minéralisation totale.

Le pH des eaux usées urbaines seules est généralement près de la neutralité, entre 7 à 7,5 environ. Un pH différent est l'indice d'une pollution industrielle [24] et [25].

L'épuration biologique est possible pour un pH compris entre 6,5 et 8 ; au-delà de ces valeurs, l'activité biologique décroît rapidement [5] [26]

##### **I.4.2.2.2. La conductivité :**

La mesure de la conductivité donne une idée sur la salinité de l'eau plus la concentration ionique des sels est élevée et plus la conductivité est élevée [4] [27].

##### **I.4.2.2.3. L'oxygène dissous :**

L'oxygène toujours présent dans l'eau dans la nature, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimiques d'où son importance dans le phénomène de corrosion. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse

rarement 10mg/l [28]. Elle est fonction de l'origine de l'eau : les eaux superficielles contiennent des quantités relativement importantes proches de la saturation ; par contre, les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre [4]et [29].

#### **I.4.2.2.4. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée en mg/l et consommée dans les conditions de l'essai d'incubation à 20°C et à l'obscurité, pendant 5 jours pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée avec l'intervention des bactéries aérobies [29].

(Matière organique + micro-organismes (aérobies) + b<sub>2</sub> CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O + biomasse + énergie)  
cette réaction est faible en présence des éléments nutritifs.

Pour être complète l'oxydation biologique demande un temps de 21à 28 jours. On obtient alors la DBO ultime.

Par convention, la DBO ultime, trop longue à aboutir, est remplacée par la DBO<sub>5</sub>, c'est-à-dire par la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation. La DBO<sub>5</sub> ne représente normalement que la pollution carbonée biodégradable [4] et [28].

- La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimiquement de toute matière contenue dans les eaux qu'elle soit biodégradable ou non.

L'oxydation est rendue maximale en utilisant un oxydant qui est très fort, c'est le K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub> et en présence d'un catalyseur (AgSO<sub>4</sub>). Ce test est particulièrement important pour apprécier le fonctionnement d'une station d'épuration. Il permet l'oxydation de 95% environ des matières organiques [5] et [28].

- **La notion de biodégradabilité :**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par le rapport : DCO / DBO

Ce rapport est proche de 1,5 pour les eaux de vanne ; toute élévation de ce rapport indique qu'il y'a présence d'une pollution industrielle [30].

Ce rapport renseigne aussi sur le mode de traitement à suivre comme s'est indiqué dans le tableau suivant [4] et [28] :

**Tab N° I.1** : le mode de traitement des affluents en fonction du rapport (DCO/DBO).

<b>Rapport : DCO/DBO</b>	<b>Mode de traitement</b>
1 < DCO/DBO < 2	Traitement biologique
2 < DCO / DBO < 3	Traitement biologique avec adaptation de la couche microbienne
DCO / DBO > 3	Traitement physico-chimique

#### **I.4.2.2.5. Les nutriments (Azote et Phosphore) [4], [11], [5] et [29]:**

- ***Le phosphore :***

Le phosphore se trouve dans l'eau sous deux formes [30] et [31]:

- la forme minérale : (orthophosphate, polyphosphate)
- la forme organique : dissoute et particulaire

L'origine du phosphore peut être urbaine, industrielle ou agricole. Les apports les plus importants sont ceux de la population [32];

- **L'azote :**

Il peut être d'origine :

- anthropique : rejets urbains et industriels [31] et [33].
- Naturelle : atmosphérique

Dans les eaux domestiques la concentration globale en azote total (NTK) est de l'ordre de 15 à 20% de la DBO<sub>5</sub> [7] et [28] et [34].

#### **I.4.2.2.6. Équilibre nutritionnel :**

Le traitement biologique exige un certain équilibre nutritionnel qui permet la prolifération des micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique. Tout déséquilibre entraîne un faible rendement. L'azote et le phosphore sont utiles pour le bon fonctionnement de l'épuration biologique [35].

Un déficit d'azote et de phosphore est souvent rencontré dans les eaux industrielles. Dans certain cas, un apport de nutriments peut être nécessaire pour rétablir les apports [36].

En effet, le traitement biologique exige l'équilibre nutritionnel ci-dessous afin d'assurer le développement des micro-organismes épurateurs facilement séparables de la phase aqueuse lors d'une épuration ultérieure : la clarification. Un déséquilibre peut être la source de mauvais fonctionnement de l'épuration biologique : gonflement des boues, faible rendement.

$$\text{DBO}_5/\text{N/P} = (100 \text{ à } 150) / 5/1 \text{ --} \quad \text{DBO}_5/\text{N} = 20 \text{ --} \quad \text{DBO}_5/\text{P} = 100 \text{ [5] et [37]}$$

**I.4.2.2.7. Éléments toxiques :** La présence des métaux lourds (plomb, mercure etc....) et des substances toxiques (phénols) se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrice d'un rejet industriel. Leur présence est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique [5] [38].

#### **I.4.2.3. Les paramètres biologiques :**

Les micro-organismes présents dans les eaux usées sont à l'origine du traitement biologique, ils sont constitués :

- Des germes pathogènes (mycobactéries, colibacilles etc....)
- Des parasites (Kystes d'amibes, des œufs de vers etc....)
- Des champignons. [5] et [39]

#### **I.4.2.4. Les normes de rejet :**

Les normes de rejet après épuration, ont pour objectif la protection du milieu récepteur.

Les notions de flux de pollution et de facteur de dilution sont largement prises en compte dans l'approche du problème. Les niveaux de qualité correspondent en général, aux possibilités techniques des principaux procédés de réduction des différents paramètres de pollution.

Les rejets d'effluents liquides industriels dans le milieu naturel sont réglementés en Algérie. [1] et [40] Les valeurs limites maximales de rejet des installations de déversement industrielles

### **I.5. Conclusion :**

Pour éviter tous les risques sanitaires et pour bien protéger l'environnement et les ressources hydriques contre la pollution, il existe un moyen qui consiste à épurer ces eaux usées; c'est-à-dire implanté une station d'épuration, afin de sauvegarder l'équilibre écologique du milieu aquatique naturels et pour une éventuelle réutilisation des eaux épurées dans divers domaines surtout en agriculture.

# Partie I :

---

## Chapitre II Procédés d'épuration





## *Chapitre II : Procédés d'épuration*

### **II.1. Introduction :**

Le traitement 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.

Les prétraitements consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage, dessablage, déshuilage-dégraissage). Ce sont de simples étapes de séparation physique.

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. Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées. Ils ont d'ailleurs tendance à disparaître en tant que seul traitement, notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise. Pour répondre aux exigences réglementaires, une phase de traitement secondaire doit être conduite.

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote, et phosphore). Ils constituent un premier niveau de traitement biologique. Pour satisfaire à la réglementation actuelle, les agglomérations de plus de 2 000 équivalents-habitants devront être raccordées à des stations d'épuration permettant un traitement secondaire des eaux usées. Le traitement secondaire est donc désormais le niveau minimal de traitement qui doit être mis en œuvre dans les usines de dépollution [14].

Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible. A titre d'illustration, les rejets dans les eaux de baignade, dans des lacs souffrant d'un phénomène d'eutrophisation ou dans des zones d'élevage de coquillages sont concernés par ce troisième niveau de traitement. Les traitements tertiaires peuvent également comprendre des traitements de désinfection. La réduction des odeurs peut encore être l'objet d'attentions particulières.

## **II.2. Les différentes étapes du traitement des eaux usées :**

Les eaux usées des agglomérations peuvent être traitées par divers procédés à des degrés d'épuration et à des coûts variables selon le niveau de qualité exigé par le milieu récepteur et les usages de l'eau.

Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Ces substances brutes ou transformées devront être évacuées de façon satisfaisante pour l'environnement.

Le processus d'épuration peut comprendre plusieurs étapes [4] et [15]

- Les prétraitements.
- Le traitement primaire.
- Le traitement secondaire.
- Les traitements complémentaires.
- Le traitement des boues résiduaires.

### **II.2.1. Prétraitements:**

Les prétraitements sont destinés à séparer des eaux résiduaires :

- les matières solides volumineuses risquant d'obstruer les canalisations de l'installation de traitement ;
- les matières flottantes et les polluants liquides (huiles, hydrocarbures) non miscibles à l'eau et généralement moins denses que l'eau.

Ils sont constitués d'un ensemble d'opérations physiques et mécaniques : dégrillage, dessablage, déshuilage-dégraissage dont la mise en œuvre est largement dépendante de la nature et des caractéristiques des rejets industriels à traiter et aussi de la ligne de traitement prévue en aval [5] et [16].

### II.2.1.1. Dégrillage :

Il permet de séparer les matières volumineuses. Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 MM. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

Le nettoyage des grilles est réalisé généralement de façon automatique par un dispositif mécanique agissant en amont ou en aval du champ de la grille. On distingue deux types de grilles. [17]

#### II.2.1.1.1 Grilles à nettoyage par l'amont

- **Les grilles courbes (figure II.1)** avec un ou deux bras diamétraux rotatifs de nettoyage, équipées de râteaux (éventuellement de brosses sur des grilles très fines), avec éjection automatique des détritux dans une goulotte de réception. [2]

- **Les grilles droites (figure II.2)** dont le champ de grille est généralement incliné de 80° sur l'horizontale et dont le dispositif de nettoyage est du type à râteau ou à grappin alternatif, à commande par câbles, permettant d'obtenir une grande hauteur de relèvement des détritux. [2], [18] et [19]

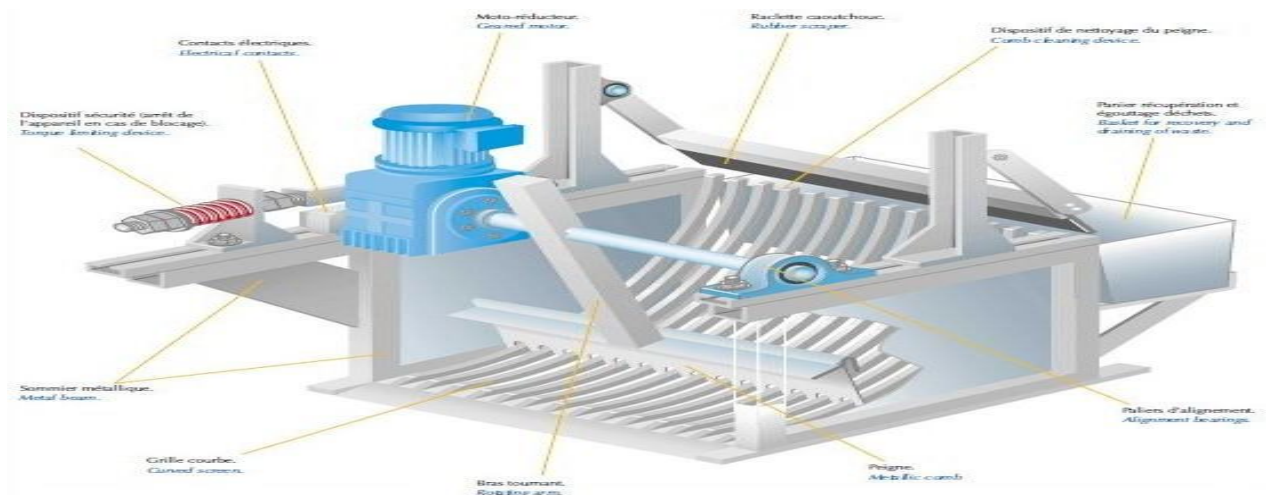


Fig. II.1 : Grille mécanique courbe. [19]



**fig. II.2:** la Grille mécanique droit [19]

#### **II.2.1.1.2) Les grilles mécaniques à nettoyage par l'aval :**

Sont équipées de râpeaux peignes, montés sur chaînes, elles peuvent traiter des eaux chargées. Le fonctionnement du dispositif de nettoyage peut être commandé par une temporisation ou/et à partir d'un indicateur de perte de charge différentiel. [20]

#### **II.2.1.2. Dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter leur dépôt dans les conduites et canaux, et à protéger les pompes contre l'abrasion.

Il peut devenir indispensable lorsque les usines sont desservies par un réseau unitaire, et notamment pour les industries métallurgiques ou mécaniques.

Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200  $\mu\text{m}$ . Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation [21].

On distingue :

- Les déssableurs couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante

- Les dessableurs circulaires, à alimentation tangentielle (figure II.2), à brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter les dépôts de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- Les dessableurs rectangulaires à insufflation d'air. On insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, perpendiculaire à la vitesse du transit. Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant.

Ces ouvrages sont calculés pour des temps de séjour d'environ 3 à 5 min, et une charge hydraulique superficielle de décantation de l'ordre de 50 m<sup>3</sup> d'eau par mètre carré de surface et par heure [21].

On peut combiner, dans certains cas, les fonctions de dessablage et de déshuilage dans un même ouvrage, muni d'un pont roulant servant simultanément à racler dans le fond les matières déposées et à écrémer en surface par pompe suceuse les matières flottantes. [2] et [21] et [22]

### **II.2.1.3. Déshuilage–dégraissage :**

Ces opérations concernent les eaux résiduaires issues des industries alimentaires (fabriques de conserves de viande, abattoirs, margarineries huileries, [23] etc.), mais aussi des raffineries de pétrole et les industries mécaniques [24].

Le déshuilage-dégraissage consiste à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. La teneur de certains rejets industriels (abattoirs, laiteries, etc.) peut atteindre des valeurs de 300 à 500 mg/L ; par ailleurs ces matières peuvent former une émulsion stable entretenue par le brassage de l'eau ou constituer une phase indépendante non émulsionnée.

Les huiles et les graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages longitudinaux ou circulaires comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération [27].

L'élimination de matières huileuses émulsionnées, si l'émulsion n'est pas trop fine (particules supérieures à 50  $\mu\text{m}$ ), elle peut être assurée par une séparation gravitaire à l'aide de déshuileurs à plaques parallèles PPI (Parallèle Plate Interceptor) dans lesquels les gouttelettes d'huile n'ont à parcourir, avant d'être captées, qu'un court chemin, limité par

L'espace entre les plaques (variable de 20 à 100 mm). (Figure II.3 et II.4) [2]



Fig. II.3 : dessableurs- déshuileur de la STEP étudié

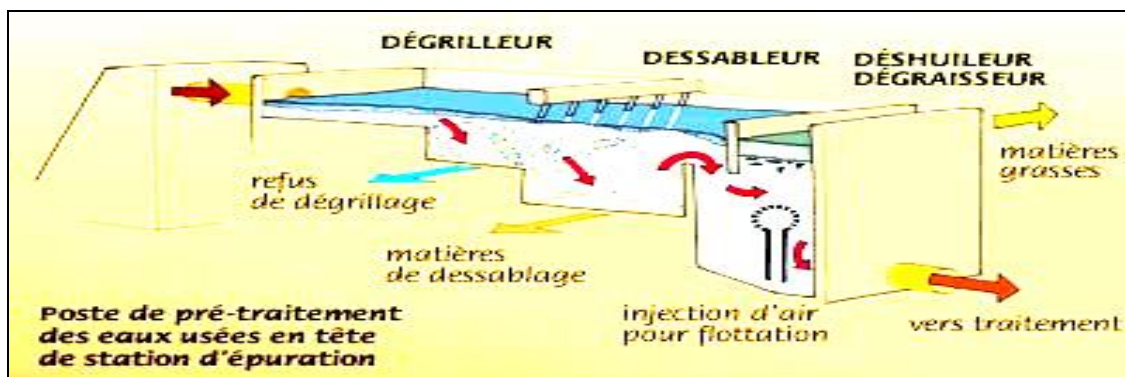


Fig. II.4. : Poste de prétraitement des eaux usées [19].

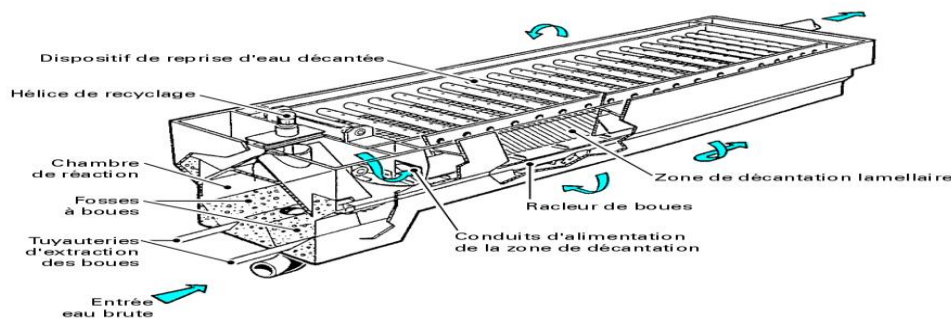
### II.2.2. Le traitement primaire :

Les eaux provenant du dessableurs-déshuileur, doivent passer par le décanteur primaire avant d'arriver au bassin d'aération, en plus ce dernier élimine environ 30 à 35% de la DBO<sub>5</sub>, et 60 à 80% de MES.

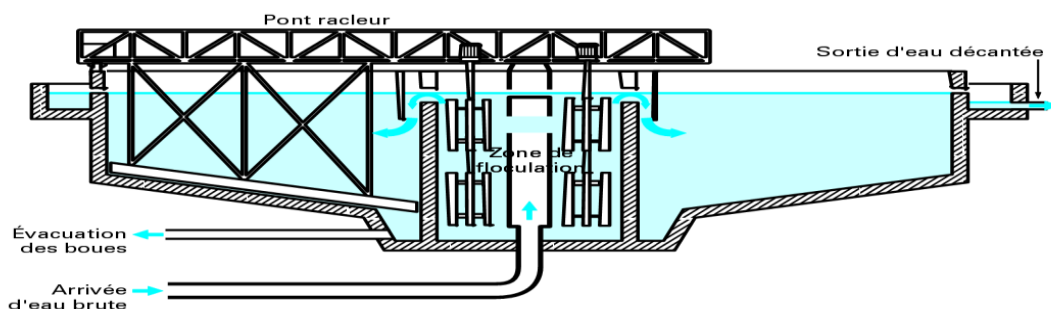
La décantation peut être définie comme une technique de séparation des matières solides du liquide qui les contenait, sous l'influence des forces de gravité. (Figure II.3 et II.4)

Sans addition de réactifs chimiques, la décantation n'assure que la séparation des matières en suspension décantables qui présentent une granulométrie supérieure à 50µm. Cette opération, à l'origine d'une clarification partielle, est nommée décantation primaire. [5]et [28]

L'élimination quasi totale des matières solides implique une coagulation-floculation préalable pour parfaire la clarification. On désigne sous le terme, traitement physico-chimique la séquence coagulation-floculation et décantation. (Figure II.4 et II.5 et II.6)



**Fig. II.5 :** Décanteur lamellaire [6]



**Figure II.6 :** Décanteur flocculateur, type clarifloculateurs. [6]

### II.2.3. Le traitement secondaire :

Il peut s'envisager selon deux procédés : biologique, physicochimique.

#### II.2.3. 1. Le procédé biologique :

Il permet la réduction de la pollution dissoute par l'action d'une masse bactérienne soit en suspension (culture libre), soit fixée sur un support (culture fixée).

En d'autres termes, les procédés d'épuration biologiques sont utilisés lorsque les éléments à éliminer sont sous forme soluble ou lorsque leur taille ne leur permet pas d'être piégés par

les prétraitements et traitements physiques sauf au prix d'un conditionnement physico-chimique complémentaire. Ils permettent de faire passer les éléments présents sous formes soluble ou colloïdales en éléments floculables et de constituer des agrégats que l'on peut de nouveau séparer de la phase liquide. Parmi les divers organismes responsables des phénomènes biologiques, les bactéries aérobies sont les plus importantes et les plus nombreuses. La dégradation biologique s'accomplit en deux phases simultanées. [2]

- Une phase d'adsorption, très rapide, au cours de laquelle les substances organiques s'absorbent sur la membrane extérieure des cellules.
- Une phase d'oxydation, plus lente, au cours de laquelle a lieu l'oxydation des matières organiques en produits de décomposition tels que CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.

La vitesse de dégradation dépend de plusieurs paramètres tels que la quantité d'oxygène, la masse totale de micro-organismes, la température et surtout la nature des substances à traiter. En effet, de nombreuses substances (alcools, phénols, sucres, acide aminés, acides organiques) sont très rapidement dégradées alors que d'autres (hydrocarbures chlorés, acides humiques) le sont plus lentement. Les principaux procédés d'épuration biologique sont:

- **Bases théoriques du traitement aérobie :**

En présence de nourriture abondante (N, P, oligo-éléments), les micro-organismes vont se développer rapidement et auront tendance à former des masses floconneuses puis au mois compactes. Le floc bactérien, ainsi défini permettra l'oxydation des matières biodégradables.

En fait le phénomène est plus complexe puisqu'une partie des matières organiques est assimilée et transformée en matière cellulaire, une autre portion est dégradée par oxydation dont l'énergie récupérée sert à la synthèse cellulaire.

- **Évolution de la culture bactérienne en fonction du temps d'aération :**

Si on insuffle de l'air dans une eau usée urbaine décantée qui contient naturellement une population microbienne variée, on assiste à une évolution progressive de la masse totale des micro-organismes qui croît, se stabilise puis décroît tandis que la DBO de l'effluent diminue de façon continue mais à un rythme variable. Une analyse plus poussée du phénomène permet de distinguer quatre phases principales comme la figure II.7 le montre :

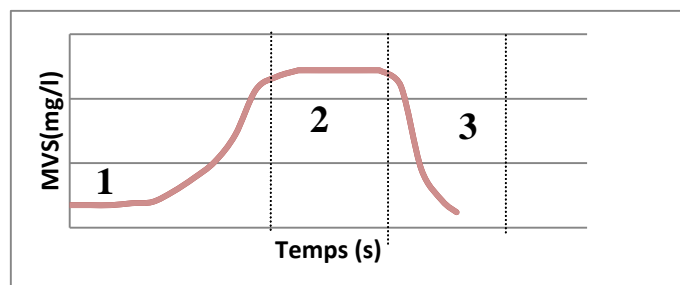


**-phase N°1** : le milieu riche en nourriture permet un développement rapide des bactéries.

La DBO diminue rapidement, la consommation d'oxygène est élevée par suite de l'activité intense de synthèse cellulaire et de métabolisme de la flore bactérienne. La masse des matières volatiles en suspension (MVS) augmente (car elle est retenue par les flocons bactériens). C'est la phase de synthèse cellulaire et de métabolisme de la flore bactérienne ;

**-phase N°2** : correspond à une phase stationnaire. Elle signifie qu'à ce moment les bactéries utilisent les réserves accumulées précédemment ;

**-phase N°3** : dans laquelle le milieu est pauvre en matières organiques et se traduit par la mort de nombreux micro-organisme. C'est la phase endogène. L'oxygène apporté est alors utilisé par les bactéries pour leur propre transformation en produits finaux.



**Fig. II.7 : Évolution d'une culture bactérienne.**

### **II.2.3.2. Les procédés intensifs ou artificiels :**

Il consiste à décomposer de façon biochimique par oxydation les matières non séparables par décantation et qui n'ont pas pu être éliminées par des procédés mécaniques des eaux usées. Parmi ces procédés, on distingue :

-les lits bactériens.

-les disques biologiques.

-Boues activées.

#### **II.2.3.1.1. Lits bactériens :**

Ce traitement a pour but l'élimination des matières organiques biodégradable et la nitrification de l'azote contenu dans l'eau usée.

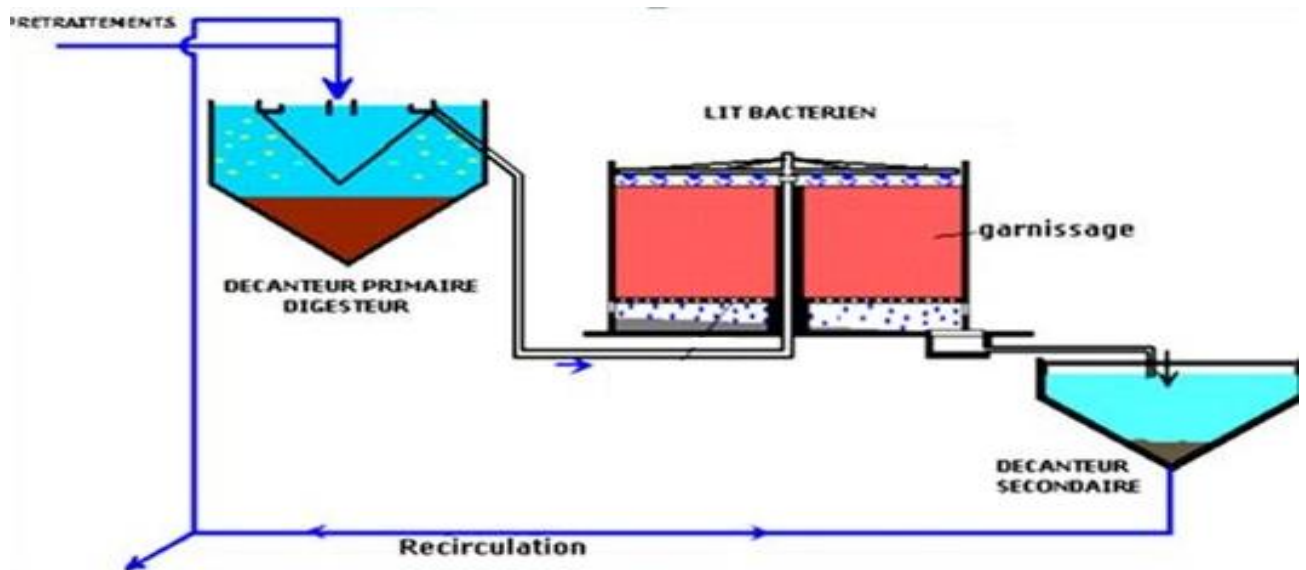
Le procédé consiste à alimenter en eau préalablement décantée un ouvrage contenant une masse de matériaux servant de support aux microorganismes épurateurs qui forment un film biologique. (Figure II.8)

La nature du garnissage définit :

- Le mode d'alimentation de l'ouvrage : arrosage ou submersion.
- Le mode clarification de l'eau épurée : décantation ou filtration.

Le mode d'extraction des boues biologiques en excès :

Pompage dans le décanteur secondaire ou lavage cyclique de garnissage

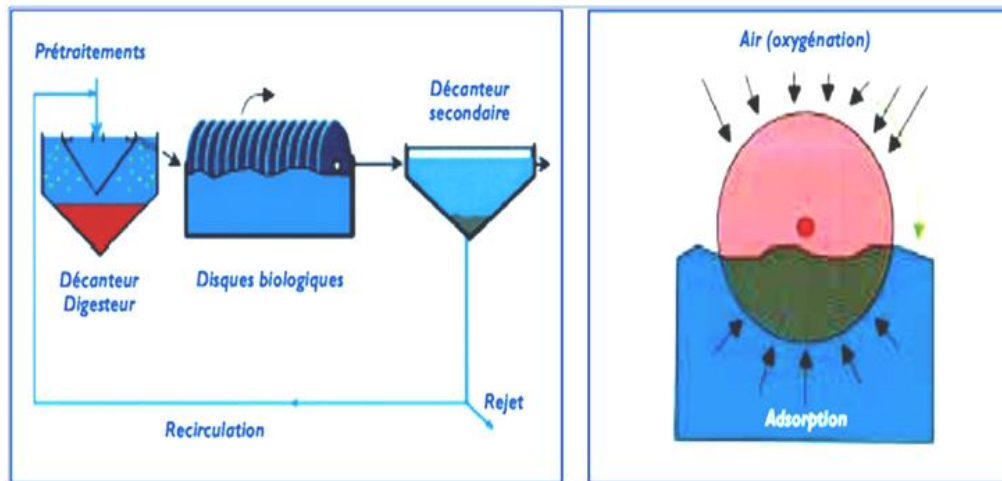


**Fig. II.8 :** Schéma explicatif d'un lit bactérien. [18]

#### II.2.3.1.2. Disque biologique :

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent. (Figure II.9)

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



**Fig. II.9 :** Schéma explicatif d'un disque biologique. [18]

### II.2.3.1.3. Épuration par boues activées :

Ce traitement a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdales, dissoutes) contenues dans l'eau usée par l'action de microorganismes, en présence d'oxygène dissous. De plus, il peut transformer l'azote organique et ammoniacal en nitrates.

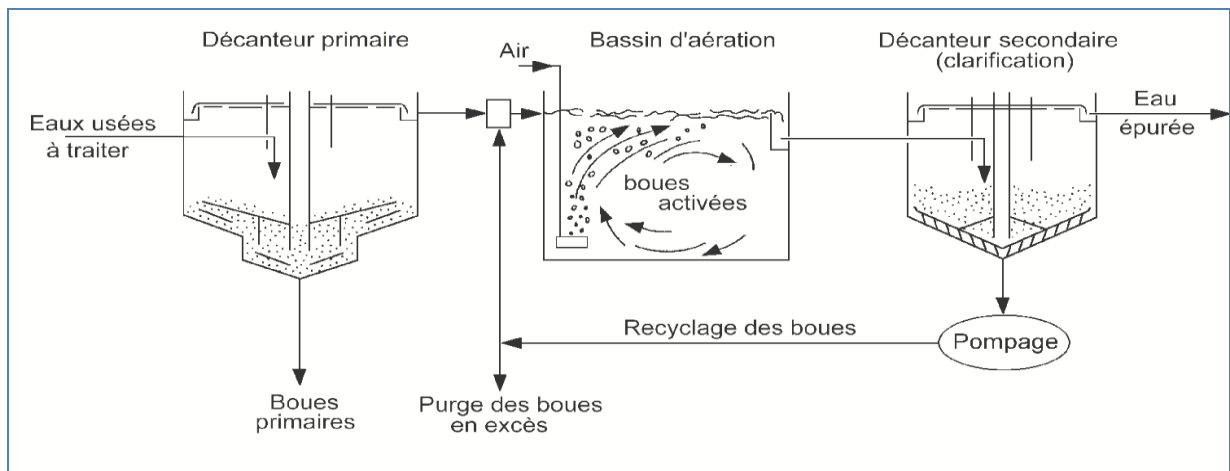
Le procédé consiste à alimenter un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) avec l'eau à épurer.

Une culture bactérienne, dispersée sous forme de flocons (boues activées) se développe et forme avec l'eau usée une liqueur mixte.

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

Les boues décantées sont introduites en partie dans le bassin d'aération (recirculation des boues) pour maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traiter et la

masse de bactéries épuratrices. Les boues excédentaires sont évacuées du système vers le traitement des boues (extraction des boues en excès). (Figure II.10) [6]



**FigII.10** : Traitement par boues activées. [18]

➤ **Composants d'une unité biologique :**

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épuré et de la culture bactérienne.
- Un dispositif de recirculation des boues assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologique récupérées dans le clarificateur, cela permet de maintenir la quantité de micro-organismes constante pour assurer le niveau d'épuration recherché.
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.
- Un dispositif de brassage afin d'assurer au mieux le contact entre les micro-organismes et la nourriture, d'éviter les dépôts et de favoriser la diffusion de l'oxygène.

➤ **Classement des procédés par boues activées :**

En épuration d'eau usée un réacteur biologique se caractérise par les paramètres essentiels suivants :

▪ **Charge massique :**

La charge massique  $C_m$  est le rapport entre la quantité de pollution dont le substrat introduit dans ce réacteur et la masse de boues activées MVS dans ce réacteur. Cette notion  $C_m$  est importante car elle conditionne les différents paramètres de fonctionnement du procédé boue activée, tel que :

- Le rendement épuratoire.
- La production des boues
- Le degré de stabilisation de boues en excès produites
- Les besoins en oxygène ramenés à la pollution éliminée. [8]

▪ **Charge volumique :**

La charge volumique  $C_v$  est le rapport de la pollution journalière reçue en Kg de  $DBO_5$  au volume du bassin d'aération. Cette donnée permet d'évaluer le volume de bassin et elle n'a aucune signification biologique. [9]

➤ **Age des boues :**

L'Age des boues  $A_b$  est un rapport entre la masse des boues présentes dans le réacteur et la masse journalière des boues extraite de la station. Cette notion d'âge de boue traduit la présence ou l'absence de germe nitrifications, la classification explicite portée au tableau suivant. [9]

**Tab II.1 :** classement des procédés par boues activées. [7]

Appellation	Charge massique $C_m$ (Kg $DBO_5$ /Kg MES .j)	Charge volumique $C_v$ (Kg $DBO_5$ /m <sup>3</sup> .j)	Agés des boues en jour	Rendement d'élimination de la $DBO_5$ R
Faible charge	$C_m < 0,15$	$C_v < 0,40$	10 à 30	$R \geq 90\%$ possible Nitrification

<b>Moyenne charge</b>	$0,15 \leq C_m < 0,4$	$0,5 < C_v < 1,5$	4 à 10	R=80 à 90% Nitrification possible aux températures élevées
<b>Forte charge</b>	$0,4 \leq C_m < 1,2$	$1,5 < C_v < 3$	1,5 à 4	R < 80%

- **Choix du procédé d'épuration :**

Pour arriver à dimensionner une station d'épuration il faut choisir une de ces procédés en prenant en considération leurs avantages et inconvénients qu'on va les citer ci-après :

- **Procédé à forte charge**

Le procédé à forte charge est consacré au traitement des effluents des collectivités de grandes importances.

- **Procédé à moyenne charge**

Le procédé à moyenne charge est aussi consacré au traitement des effluents des collectivités de grandes importances.

- **Procédé à faible charge :**

Ce procédé est utilisé pour le traitement des effluents à caractère domestique dominant de petites et moyenne collectivités.

**Tab II.2 :** Avantages et inconvénients des différents procédés [6]

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Forte charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un temps de contact relativement court entre l'eau à épurer et les boues activées ;</li> <li>- Très bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'investissement assez important ;</li> <li>- Consommation énergétique importante ;</li> <li>- La nitrification est incomplète ou difficile ;</li> <li>- Le bassin d'aération est précédé d'un décanteur primaire.</li> </ul>
<b>Moyenne charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La consommation énergétique du poste d'aération est plus faible ;</li> <li>- Prend un espace moyen dans le terrain</li> <li>- Pour toute taille de collectivité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ;</li> <li>- Décantabilité des boues pas toujours aisée à maîtriser.</li> </ul>
<b>Faible charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assure une bonne élimination de <math>DBO_5</math></li> <li>- Résiste mieux aux fluctuations de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le temps de séjour dans le bassin ;</li> <li>- Investissement coûteux ;</li> <li>- Le bassin d'aération, plus largement</li> </ul>

	<i>charge polluante ;</i> <i>- L'exploitation de telles stations est très simplifiée ;</i> <i>- Prend un petit espace dans le terrain.</i>	<i>dimensionné ;</i> <i>- Les boues sont plus concentrées d'où la décantation dans le clarificateur est lente, il faut prévoir une surface très importante.</i>
--	--	--

#### II.2.3.1.4. Avantages et inconvénients des différents procédés intensifs :

Les avantages et les inconvénients de ces différents procédés sont résumés dans le tableau II.3

**Tab II.3:** Avantages et inconvénients des différents procédés intensifs. [18]

<b>Filière</b>	<b>Avantages</b>	<b>inconvénients</b>
<b>Lit bactérien Et disque biologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- faible consommation d'énergie ;</li> <li>-fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées ;</li> <li>-bonne décantation des boues ;</li> <li>-plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées</li> <li>-généralement adaptés pour les petites collectivités</li> <li>-résistance au froid (les disques sont toujours protégés par des capots ou par un petit bâtiment).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées. Cela tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes ;</li> <li>-coûts d'investissement assez élevés (peuvent être supérieurs d'environ 20 % par rapport à une boue activée) ;</li> <li>-nécessité de prétraitements efficaces ;</li> <li>-sensibilité au colmatage ;</li> <li>-ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.</li> </ul>
<b>Boue activée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ;</li> <li>-bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO5, N par nitrification et dénitrification) ;</li> <li>-adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-coûts d'investissement assez importants</li> <li>-consommation énergétique importante;</li> <li>-nécessité de personnel qualifié et d'une Surveillance régulière ;</li> </ul>

	-boues légèrement stabilisées ; -facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée.	-sensibilité aux surcharges hydrauliques -décantabilité des boues pas toujours aisées à maîtriser ; -forte production de boues qu'il faut concentrer.
--	---	---

**Les procédés extensifs ou naturels :**

On distingue :

-Le lagunage naturel ou aéré (étangs pour eaux usées).

-L'épandage des eaux (valorisation des eaux usées dans l'agriculture).

- **Lagunage :**

Le lagunage est une méthode de traitement très commune dès lors que l'on dispose de grandes surfaces de terrain.

- **Lagunage naturel :**

L'épuration se déroule naturellement par passage de l'eau dans une succession de bassins (03 généralement) dans lesquels sont présents des algues, des bactéries et micro-organismes ou l'aération est naturelle. (Figure II.9)

Dès son admission dans le premier bassin, l'eau abandonne par décantation les particules solides en suspension. Les sels minéraux pouvant être précipités par réactions chimiques et biochimiques.

La profondeur de ces bassins est généralement comprise entre 1 m et 1,8 m. ceux-ci sont dimensionnés de façon à ce que le temps de séjour de l'eau soit de l'ordre de 40 jours (cas de climat méditerranéen).

La capacité des bassins étant très grande par rapport au volume d'eau admis. On assiste à un phénomène de dilution de l'effluent.

Si les bassins sont bien conçus, il y a un effet tampon sensible. Ce qui permet d'admettre des à-coups de charge important.

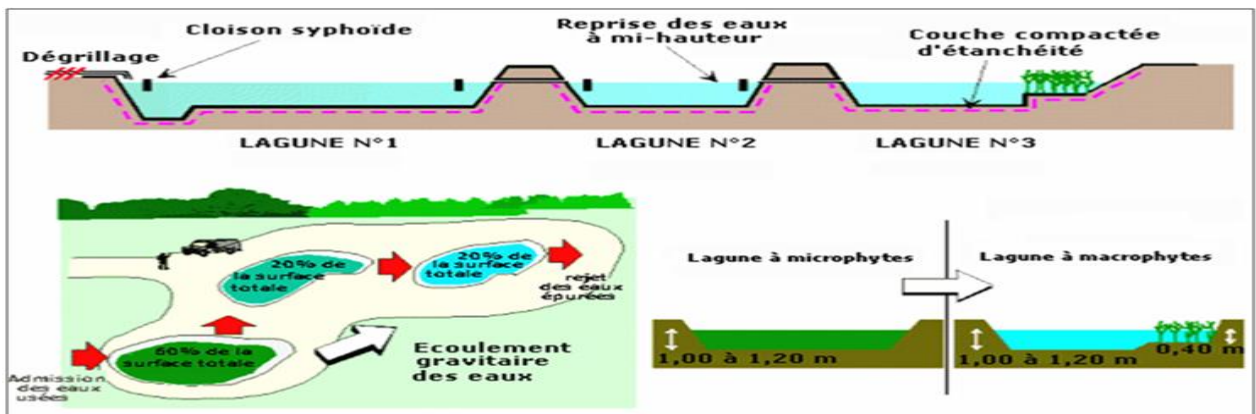


- **Lagunage aéré :**

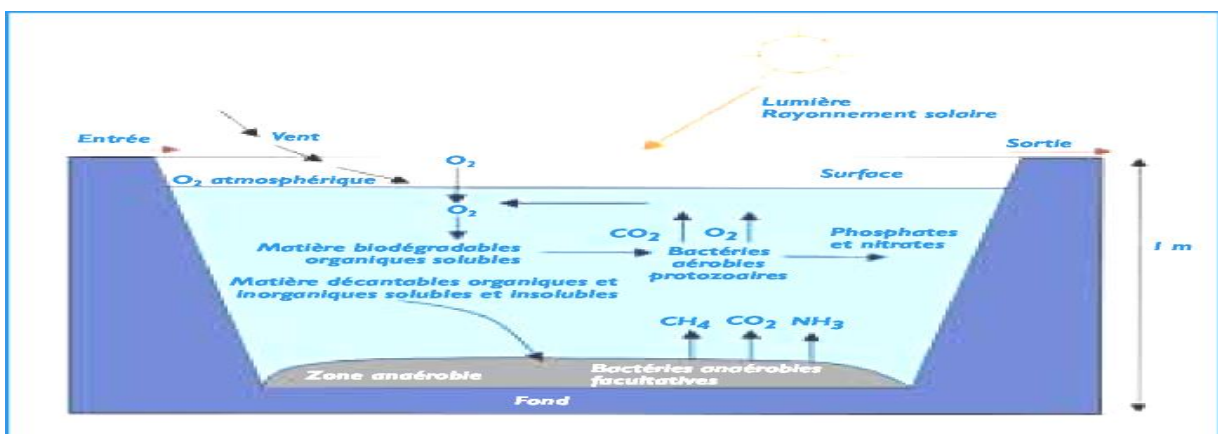
Le dimensionnement des lagunes peut être réduit de moitié en réalisant l'oxygénation dans le premier bassin par des aérateurs mécaniques ou par diffuseur d'air.

Outre le fait que ce type de lagune coûte, au niveau d'exploitation, plus cher que les lagunes naturelles (consommation d'énergie, entretien électromécanique). La protection des digues par du béton maigre, des pierres ou des feuilles de plastique est indispensable pour éviter l'érosion et la rupture des digues due au battillage de l'eau provoqué par les aérateurs.

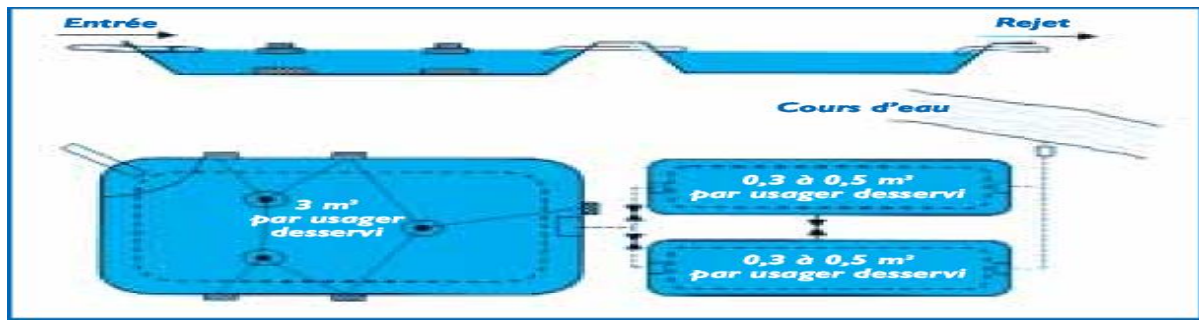
Dans les deux cas, les ouvrages devront être le plus étanches possible afin d'éviter d'une part la contamination de la nappe et d'autre part des difficultés de remplissage. (Figure II.11, II.12 et II.13)



**Fig. II.11 :** Lagunage naturel. [18]



**Fig. II.12 :** Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel [18]



**Fig. II.13 :** Schéma de principe d'un lagunage aéré [18]

**- Avantages et inconvénients du lagunage naturel et aéré :**

Les avantages et inconvénients de ces différents lagunages sont résumés dans le tableau II.4

**Tab II.4:** Avantages et inconvénients du lagunage. [18]

Filière	Avantages	Inconvénients
<b>Lagunage naturel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Un apport d'énergie n'est pas nécessaire si le dénivelé est favorable.</li> <li>-L'exploitation reste légère mais, si le curage global n'est pas réalisé à temps, les performances de la lagune chutent très sensiblement.</li> <li>-Élimine une grande partie des nutriments: phosphore et azote (en été).</li> <li>-Faibles rejets et bonne élimination des germes pathogènes en été.</li> <li>-S'adapte bien aux fortes variations de Charge hydraulique.</li> <li>-Pas de construction "en dur", génie civil simple.</li> <li>-Bonne intégration paysagère.</li> <li>-Bon outil pour l'initiation à la nature.</li> <li>-Absence de nuisance sonore.</li> <li>-Les boues de curage sont bien stabilisées sauf celles présentes en tête du premier bassin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Forte emprise au sol (10 à 15 m<sup>2</sup>/EH).</li> <li>-Coût d'investissement très dépendant de la nature du sous-sol. Dans un terrain sableux ou instable, il est préférable de ne pas se tourner vers ce type de lagune.</li> <li>-Performances moindres que les procédés intensifs sur la matière organique. Cependant, le rejet de matière organique s'effectue sous forme d'algues, ce qui est moins néfaste qu'une matière organique Dissoute pour l'oxygénation du milieu en aval.</li> <li>-Qualité du rejet variable selon les saisons</li> <li>-La maîtrise de l'équilibre biologique et des processus épuratoires reste limitée.</li> </ul>
<b>Lagunage aéré</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tolérant à la variation de charges hydrauliques et organiques importantes</li> <li>-Tolérant aux effluents très concentrés</li> <li>-Tolérant aux effluents déséquilibrés en Nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées).</li> <li>-Traitement conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables.</li> <li>-Bonne intégration paysagère.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres.</li> <li>-Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé.</li> <li>-Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération.</li> <li>-Forte consommation énergétique.</li> </ul>

- **L'épandage :**

C'est le procédé le plus ancien, Il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique.

L'épuration par épandage présente un certain nombre de risques tel que L'intoxication à travers la chaîne alimentaire, la contamination des nappes et le risque de colmatage des sols.

Elle présente par contre l'avantage d'être un procédé simple et très économique, n'exigeant pas de grands moyens de mise en œuvre ou d'exploitation et permettant la fertilisation des sols pauvres par un apport de substances nutritives contenues dans l'effluent.

**II.2.3.2. Le procédé physico-chimique :**

Il permet, par addition de réactifs chimiques, une élimination poussée des matières en suspension et des colloïdes contenus dans l'eau.

Ce procédé trouve son application dans le cas de rejet en mer, dans les communes à fortes variations saisonnières de population, en zone de montagne et pour le traitement spécifique d'effluents industriel.

Ce traitement génère des quantités importantes de boues dites physico-chimique.

Le principe de ce procédé est basé sur une réaction de coagulation/floculation.

La coagulation consiste à déstabiliser les suspensions colloïdales :

- En neutralisant les charges superficielles des colloïdes (généralement négatives) par apport de charges de signe contraire (apport réalisé par l'injection d'un produit chimique).
- En générant un précipité qui permet d'éliminer le réactif introduit et les particules colloïdales.

Le produit utilisé dit « coagulant » est le sel de fer ou d'aluminium.

Son introduction dans l'eau doit s'accompagner d'une agitation rapide afin d'assurer sa parfaite dispersion.

La floculation, quant à elle, a pour but d'accroître par agglomération, le volume, le poids et la cohésion du floc formé.

Ce grossissement est obtenu par la création d'une turbulence modérée afin d'augmenter les chances de rencontre du floc déjà formé. [10]

**Tab II.5 : Avantages et inconvénients du traitement physico-chimique**

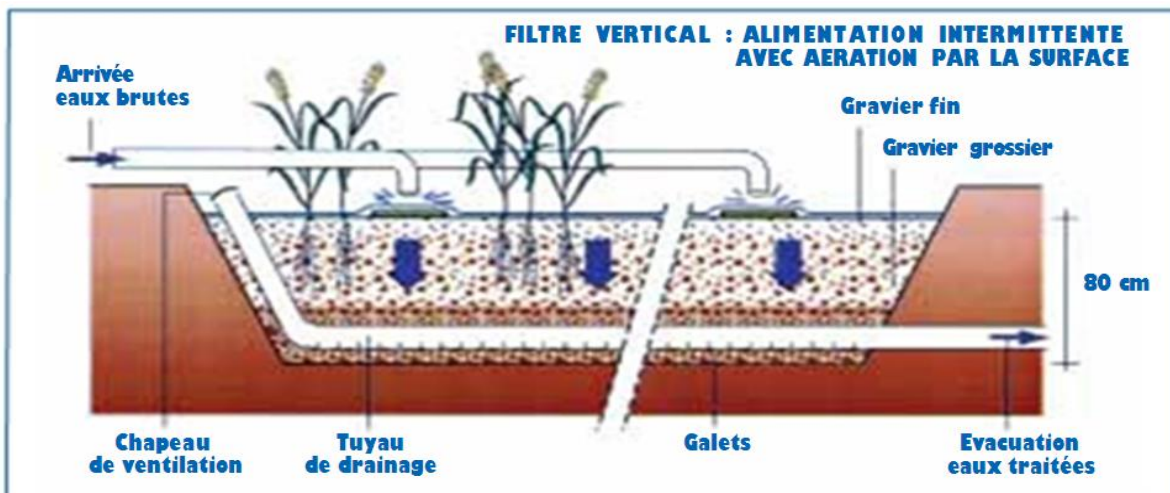
Avantages	Inconvénients
-----------	---------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>-Réponse immédiate aux variations de charge ;</li> <li>-Capacité des installations, meilleure intégration au site ;</li> <li>-Bonne élimination de la pollution toxique ;</li> <li>-Déphosphatation simultanée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plus grande quantité de boues produites ;</li> <li>-Le coût élevé occasionné par les réactifs ;</li> <li>-Rendement d'épuration inférieur à l'épuration biologique ;</li> <li>-Risque de coloration (sels de fer sur eaux septiques).</li> </ul>
--	--

**II.2.3.2.1. Avantages et inconvénients du traitement physico-chimique : (Tableau II.5)**

**II.2.3.2.2. Procédé d'épuration à filtres plantés :**

L'étude et le travail sur l'épuration dans des milieux plantés de macrophytes ont commencé au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle. Les premières recherches, du Pr. De biologie Käthe SEIDEL, furent faites à partir d'une observation rigoureuse de la vie des plantes des marais et des marécages (figure II.14).



**Fig. II.14 :** coupe transversale d'un filtre planté. [18]

**II.2.3.2.3. Le principe :**

Une zone humide est à elle seule une station d'épuration par son action naturelle de dégradation et d'élimination des éléments organiques. Ce processus d'autoépuration est dû

En grande partie à des organismes vivants (bactérie, algues) qui minéralisent la matière organique pour ensuite être assimilée par les végétaux supérieurs (macrophytes).

Certains d'entre d'eux et principalement les roseaux permettent une oxygénation du milieu et favorisent ainsi le développement de micro-organismes aérobies (en présence d'air et particulièrement d'oxygène).

La technologie des filtres plantés de macrophytes pour le traitement des eaux de collectivités est une technique au développement assez récent, apparu en France dans les années 80.

Ce procédé est aujourd'hui privilégié par de nombreuses collectivités grâce à son efficacité, son faible coût de mise en œuvre et de maintenance ainsi que sa bonne insertion dans le paysage rural notamment. C'est une technologie fiable, simple d'exploitation, facilitant grandement la gestion des boues et qui est bien acceptée par la population grâce à son caractère naturel.

L'épuration est réalisée selon le principe de l'épuration biologique principalement aérobie dans des milieux granulaires des différentes dimensions. On ne procède pas au renouvellement régulier du massif filtrant ou à son lavage pour l'évacuation des boues produites au sein des filtres. En revanche, les boues produites en amont des filtres (sur les filtres ou dans un dispositif de décantation) doivent être évacuées.

– Le traitement physique des eaux usées s'effectue dès le premier étage des filtres plantés de roseaux (phragmites). Les effluents perdent par filtration jusqu'à 90% (contre seulement 50% par décantation classique) de leurs matières en suspension (MES) en traversant un massif de granulats. Les MES ou boues retenues sont déshydratées et compostées sur place grâce à l'action conjuguée des bactéries et des plantes.

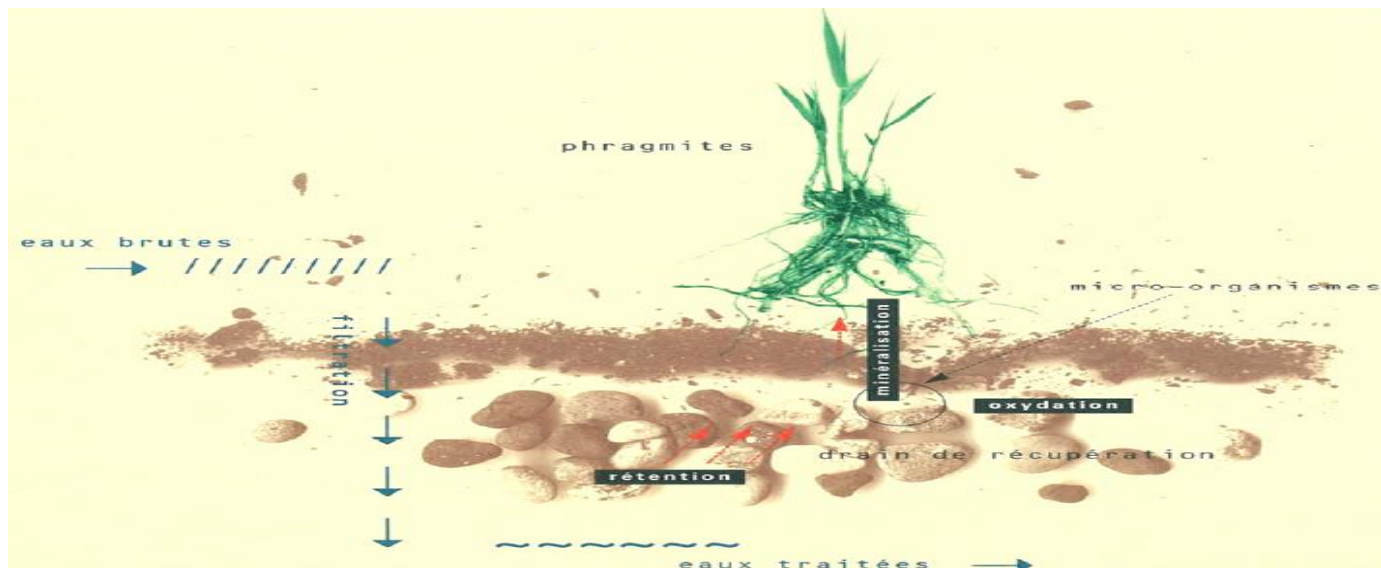
– Au deuxième étage, le traitement de la matière organique dissoute se poursuit et les composés azotés réduits (toxiques pour les poissons) sont oxydés.

– Un troisième étage et/ou une recirculation des eaux permettent d'effectuer un traitement tertiaire de finition, afin d'obtenir un taux d'épuration supérieur aux normes requises habituellement.

Il existe deux types de filtres mise en œuvre : à écoulement vertical et horizontal. Ces deux filtres se complètent assez bien et sont généralement mis en série, constituant un système plus efficace.

#### II.2.3.2.4. Le rôle des macrophytes :

Au-delà de l'aspect esthétique et de leur rôle mécanique primordial sur le premier étage des filtres verticaux, les macrophytes contribuent indirectement à la dégradation des matières organiques de l'effluent brut. Ces plantes disposent d'un système racinaire très dense qui améliore l'oxygénation des filtres, une condition sine qua non au développement des microorganismes adéquats. Poursuivant leur croissance même en hiver les rhizomes assurent enfin le fonctionnement permanent de la station d'épuration limitant le colmatage des surfaces filtrantes (figure II.15).



**Fig. II.15 :** Schéma de l'activité des macrophytes.

Particulièrement proliférâtes en milieu humide, les bactéries se nourrissent des matières dont sont chargées les eaux usées. Véritables « ciseaux biologiques » elles les transforment en molécules inoffensives. La croissance des racines et des rhizomes permet un maintien ou une régulation de la conductivité hydraulique initiale. Le développement racinaire limite le colmatage des filtres grâce à la formation de pores tubulaires le long des racines qui permet d'accroître la surface de fixation pour le développement des micro-organismes. Le processus épuratoire dépend en grande partie de l'activité, de la densité et de la diversité des micro-organismes impliqués, c'est ce qu'on appelle l'effet rhizosphère.

**II.2.4 Procédés de traitement tertiaire des eaux usées (la désinfection) :** Le choix d'un moyen de désinfection se fait normalement en considérant les contraintes techniques, économiques et environnementales qu'il présente. En ce sens, le mode de désinfection idéal est celui qui regroupe les caractéristiques suivantes :

- Efficacité pour la plupart des micro-organismes pathogènes sous différentes conditions;

- Absence de sous-produits indésirables formés à la suite de son utilisation;

- Produit non dangereux pour l'homme et pour la vie aquatique;

- Facilité d'utilisation;

- Faibles coûts d'investissement et d'exploitation.

Il existe plusieurs moyens pour désinfecter les eaux usées, mais, en pratique, les seuls couramment utilisés aujourd'hui sont la chloration, la chloration-déchloration, l'ozonation, et le rayonnement ultra-violet. [6]

#### **II.2.4 .1. La chloration :**

Le chlore est un agent oxydant fort qui réagit facilement avec plusieurs substances organiques et inorganiques trouvées dans les eaux usées. Il est particulièrement efficace pour détruire les bactéries, mais moins efficace contre les virus.

Le chlore est utilisé sous les formes suivantes : chlore gazeux, hypochlorite de sodium (eau de javel) et bioxyde de chlore.

Au plan économique, il s'agit d'une technologie dont les coûts sont bien connus et les plus faibles parmi toutes les techniques éprouvées.

Au plan de la sécurité, la manipulation du chlore, notamment sous forme gazeuse, nécessite d'importantes mesures de protection pour le personnel de la station d'épuration et constitue un risque pour la sécurité publique lors du transport.

Enfin, au plan environnemental, la désinfection des eaux usées au chlore peut avoir un impact significatif sur la vie aquatique à cause de la toxicité, aiguë et chronique, du chlore résiduel. De plus, le chlore réagit avec certaines matières organiques contenues dans les eaux

usées, même traitées, pour former des sous-produits organochlorés, dont certains sont potentiellement cancérigènes.

#### **II.2.4.2. La chloration-déchloration :**

Depuis quelques années, pour contrer les effets nocifs du chlore sur la vie aquatique, la déchloration s'est de plus en plus répandue partout dans le monde. La déchloration se fait généralement par addition de bioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). Il réagit très rapidement au contact du chlore résiduel dans l'eau et permet d'éliminer la toxicité qui y est associée. Par contre, la concentration en oxygène dissous de l'eau traitée s'en trouve réduite.

Tout comme pour la chloration, il s'agit d'une technique bien maîtrisée et relativement simple. Elle entraîne toutefois une augmentation des coûts et une augmentation des risques pour le personnel de la station d'épuration et pour la sécurité publique lors du transport.

Au plan environnemental, ce moyen de désinfection est moins dommageable que la simple chloration. Il ne permet toutefois pas d'empêcher la formation de sous-produits organochlorés et les problèmes associés.

#### **II.2.4.3. L'ozonation :**

L'ozone est un gaz instable que l'on doit générer sur place, dans les stations d'épuration, au moyen d'une décharge électrique produite dans de l'air ou de l'oxygène. L'opération consiste à transformer l'oxygène sous forme « O<sub>2</sub> » en oxygène sous forme « O<sub>3</sub> ».

Parmi les avantages de l'ozone, son action très rapide et efficace sur les bactéries et les virus, ainsi que sa faible propension à générer des produits secondaires indésirables. L'ozonation ne nécessite aucun transport de produits chimiques et est plus sécuritaire pour le personnel de la station d'épuration que la chloration.

Les désavantages de l'ozonation des eaux usées sont essentiellement d'ordre économique, puisqu'elle entraîne des coûts élevés d'investissement et d'exploitation.

Au plan environnemental, l'ozonation des eaux usées constitue une solution avantageuse car la matière organique est oxydée à l'oxygène plutôt qu'au chlore, ce qui prévient ainsi la formation de produits organochlorés.



Aussi, même si l'ozone résiduel est très toxique pour la vie aquatique, il est rarement trouvé en quantité significative après la désinfection des eaux usées car l'ozone résiduel réagit très rapidement avec les différentes substances contenues dans les eaux, car et instable, l'ozone résiduel est rapidement détruit.

L'ozonation est donc un moyen de désinfection des eaux usées intéressant, mais son coût la rend généralement peu intéressante.

**II.2.4.4 Le rayonnement ultraviolet :** Le rayonnement ultraviolet pour la désinfection des eaux usées constitue une technique de plus en plus répandue. Elle consiste à faire passer les eaux dans un canal ouvert muni de lampes à rayons ultraviolets.

Les principaux avantages de cette technologie sont l'absence de formation de produits secondaires indésirables, de même que la simplicité et la sécurité d'exploitation comparativement aux méthodes chimiques. De plus, son efficacité semble être supérieure à la chloration et à la chloration-déchloration pour inactiver les virus. Toutefois, l'efficacité de cette technologie diminue lorsque la concentration en matières en suspension augmente.

Au plan économique, les coûts se situent dans une gamme comparable aux systèmes de chloration-déchloration. Le rayonnement ultraviolet n'a pas d'impact notable sur l'environnement car il ne nécessite aucun ajout de produit chimique et ne forme pas de sous-produits.

#### **II.2.4.5. Les autres moyens de désinfection**

Il faut ajouter qu'il existe aussi d'autres technologies, comme la filtration sur sable ou sur d'autres matériaux, qui permettent de réduire le nombre de micro-organismes. De nouveaux systèmes de filtration sur tourbe ou géotextile sont particulièrement intéressants pour les petites installations.

##### **II.2.4.5. 1- Lagunage définition :**

L'intérêt principal des lagunes de finition réside dans la décontamination bactérienne. Un temps de séjour de 15 jours à 25°C permet d'abattre les germes de  $10^6/100\text{ml}$  à  $10^3/100\text{ml}$ .

##### **II.2.4.5.2- Filtration :**

C'est un procédé principalement physique permettant d'éliminer de 50 à 80% de MES et de 30 à 40% de la pollution organique carbonée résiduelle.

Cette filtration se fait au travers de filtres à sable d'une hauteur de 1 m à 1,5 m (taille du sable : 0,95-1mm) les vitesses appliquées peuvent aller de 5 à 30 m/h.

#### II.2.4.6. Étude comparative entre les différents procédés de désinfection :

Le tableau II.5, présente une étude comparative des différents procédés de désinfection des eaux usées traitées.

#### II.2.5 Traitement de boues :

**II.2.5.1. Epaissement :** C'est le premier stade de réduction du volume des boues à traiter. Le plus souvent on appelle épaissement l'augmentation de concentration des boues collectées dans les décanteurs de clarification

#### II.2.5.2. Stabilisation :

La stabilisation est un processus qui limite les fermentations en vue de favoriser la valorisation agricole des boues. On distingue les stabilisations chimiques ou biologiques. Pour ce dernier cas, les phénomènes peuvent être aérobies ou anaérobies. Il s'agit alors de l'étape de digestion des boues.

Pour bloquer les fermentations bactériennes, le pH requis est de l'ordre de 10 à 11. Le composé de choix est la chaux vive Son incorporation se réalise à une boue déjà floculée égouttée. Un mélange intime est indispensable. Celui-ci est obtenu avec un malaxeur à vis. L'addition de chaux provoque une forte élévation de température et par conséquence une évaporation de l'eau. Un dosage de 15 à 25% par rapport au MS est préconisé.

**Tab II.6 :** Tableau comparatif des principaux modes de désinfection des eaux usées

	<b>CHLORATION</b>	<b>CHLORATION DECHLORATION</b>	<b>OZONATION</b>	<b>RAYONNEMENT ULTRAVIOLET</b>
Inactivation bactérienne	bonne	bonne	bonne	bonne
Inactivation virale	faible	faible	bonne	bonne

Réactivation possible	oui	oui	non	oui
Toxicité pour la vie aquatique	élevée	faible	faible	non
Formation de produits Secondaires nuisibles	oui	oui	faible	non
Corrosif	oui	oui	oui	non
Risque pour la	oui	oui	non	non
Risque pour le Personnel	élevé	élevé	modéré	faible
Transport requis	modéré	important	non	non
Complexité de la technologie	modéré	modérée	élevée	faible
Facilité de contrôle du procédé	bien connue	bien connue	En développement	En développement
Fiabilité des équipements	bonne	bonne	passable	bonne
Applicable à quelles stations d'épuration	toutes les tailles	toutes les tailles	grosses stations	Petites et moyennes (de Plus en plus pour les grosses)
Niveau de prétraitement requis	Aucun	Aucun	secondaire	Secondaires (projets en cours pour primaires)
Entretien requis	minime	minime	élevé	variable
Coûts totaux	faibles	modérés	élevés	modérés

### II.2.5.3. Lits de Séchage

Le séchage des boues sur des lits de sables est une technique de déshydratation naturelle. Elle n'est à retenir que sur des boues bien stabilisées (digérées anaérobiquement ou éventuellement d'aération prolongée). L'air de séchage comprend deux couches :

- Une première couche support de graviers où sont aménagés des drains.
- Une deuxième couche filtrante de sable.

Cette technique est basée sur une première phase de drainage et une deuxième de séchage atmosphérique. Cette dernière demeure tributaire des conditions climatiques. La siccité peut atteindre 40 à 60 % en cas de l'ensoleillement optimal.

### **II.3. Données à prendre en compte pour le choix du procédé d'épuration :**

Les données sont les suivantes :

- la qualité du milieu récepteur et les usages de l'eau.
- le type de réseau : fonctionnement d'une station d'épuration conventionnelle est adapté à un assainissement de type séparatif qui assure un débit régulier des eaux usées.
- La pollution : en fonction du type de pollution, différents types de procédés peuvent être utilisés.
- La population : dans les communes ou la population peut varier considérablement durant l'année, le lagunage s'avère un procédé adapté. Il y a également possibilité d'utiliser un procédé physico-chimique.
- les caractéristiques du terrain : emplacement, topographie, surface disponible.
- Le coût de l'exploitation : prenant en compte les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques, l'entretien et le renouvellement du matériel.
- Les problèmes d'exploitation et fiabilité des installations.
- La rusticité, nécessaire pour rester réaliste vis-à-vis de plus petites collectivités (temps de travail restreint et main d'œuvre semi qualifiée). [4]

### **II.4. Conclusion :**

Ces différents procédés permettent d'obtenir une eau débarrassée d'une grande partie de ces polluants et des boues constituant un sous-produit de l'épuration. L'eau épurée peut enfin être rejetée dans le milieu naturel sans risque majeur.

Une station d'épuration ne peut correctement fonctionner que si un réseau d'assainissement performant a été installé. Communément appelé « réseau d'égout », ce réseau de canalisation collecte les eaux usées à la sortie des habitations et les achemine vers la station d'épuration, ces eaux usées circulent dans ce réseau gravitairement.

Les collectivités s'occupent également de gérer les eaux pluviales issues du ruissellement sur les surfaces imperméabilisées (routes, toitures, parking...), ces eaux de pluie au contact de l'air et par ruissellement sur les sols urbains, sont chargées d'impuretés.

Les collectivités construisent des bassins de dépollution ou des déversoirs d'orage qui permettent de stocker temporairement les eaux de pluie ou d'éviter la saturation des réseaux d'assainissement, de les réutilisées en irrigation ou l'alimentation des nappes.

Par ailleurs, des techniques pour retenir les eaux pluviales et/ou à faciliter leur infiltration dans le sol se développent. Ces techniques sont nombreuses : noues, fossés, structures réservoirs avec revêtement poreux ou classique, puits d'infiltration, tranchées drainantes, toitures terrasses végétalisées...Il s'agit de mieux concilier les aménagements urbains (qui se trouvent de plus en plus imperméabilisés) avec la protection des biens des habitants de la commune.

## Partie II:

# Matériel et méthodes

---

Partie II:

---

**Chapitre III**  
**Présentation et étude**  
**socioéconomique**  
**de la Zone d'étude liée**  
**au fonctionnement de**  
**la STEP**

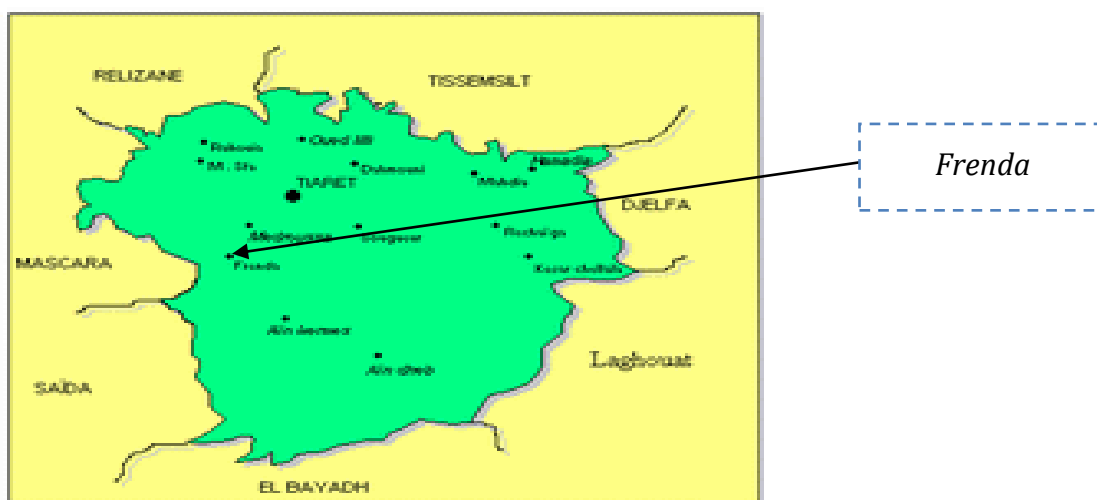
## **Chapitre III Présentation et étude socioéconomique**

### **De Frenda liées au fonctionnement de la STEP**

#### **III.1.1. Situation géographique :**

La ville de TIARET étant le chef-lieu de la wilaya, se situe au Nord-Ouest de l'Algérie à une altitude comprise entre 900 m à 1.100 m, sur les hauts plateaux Ouest entre la chaîne Atlassienne au Sud. Elle est limitée au Nord par la wilaya de TISSEMSILT et RELIZANE ; à l'Ouest par MASCARA et SAIDA ; à l'Est par DJELFA et au Sud par les wilayas d'EL BAYEDH et LAGHOUAT, La surface totale de la commune est de 12 272 ha. La ville de FRENDA, se situe à 50 Km du chef-lieu de la wilaya, limitée par la commune de SIDI BAKHTI au Nord, MEDROUSSA au Nord Est, AIN KERMES et MEDRISSA au Sud, AIN EL HADID à l'Ouest et TOUSNINA à l'Est (voir figure III.1.1.).

Le site d'implantation de la future station d'épuration est situé au Sud-ouest de la ville de FRENDA (au pied de la ville) à environ 3 Km. Il est éloigné de toutes agglomérations, sa superficie est estimée à 10 ha.



**Fig. N°III.1.1 : situation de Frenda.**

### **III.1.2. Situation topographique :**

La ville de FRENDA est caractérisée par une forte dénivelée dont les altitudes varient de : 1000m à 1110m du nord au sud

### **III.1.3. Situation géologique et hydrogéologique:**

**III.1.3.1. Géologie :** La zone se caractérise par une série de petites collines intercalées de vallées peu profondes. Elle est constituée par des calcaires et des marnes du pliocène. Les affleurements de cailloux, sables grossiers, galet ...) Sont importants au bas des versants.

### **III.1.3.2. Sismicité :**

D'après le C.G.C (Rpa99/versions 2003) le Nord de l'Algérie est associé à une activité sismique liée au mouvement des plaques Africaine et la plaque Eurasique qui sort en perpétuel mouvement de convergence, ce rapprochement se traduit par de nombreux séismes de magnitude

$$M \leq 4 \text{ Faible} \quad 4 \leq M \leq 6.5 \text{ Modérés} \quad M \leq 6.5 \text{ Violent}$$

Les mouvements compressifs Nord Sud induisent des déformations principalement suivant les failles, l'Algérie est divisée en 5 zones de sismicité

Zone 0 : Sismicité nulle Zone I : Sismicité faible Zone IIa : Sismicité moyenne  
Zone IIb : Sismicité moyenne Zone III : Sismicité élevée.

La région de TIARET (FRENDA) est classée dans la zone de faible sismicité qui est la zone I nous estimons que l'ouvrage STEP et les auxiliaires dressées pour la réutilisation des eaux épurées d'assainissement ne sont pas en danger sismiques



### **III.1.3.3. Hydrogéologie :**

La ville de FRENDA est située à 1050 mètres d'altitude, prenant départ sur les pentes de massif DJ ZIOUN. Les constructions suivent la vallée, puis elles s'étagent vers le sud

Le territoire de la commune de FRENDA se situe sur le bassin versant d'oued ET THAT

- **Les eaux superficielles :**

Le réseau hydrographique dense constitué par des cours d'eau présentant un écoulement très irrégulier suivant les saisons.

De nombreux cours d'eau drainent le site de la ville de FRENDA vers l'oued principal ET THAT :

Au sud sur lequel est érigé une retenue collinaire établie en amont de la STEP.

- **Les eaux souterraines :**

Elles demeurent inconnues néanmoins la structure géologique ne permet pas la Constitution des nappes aquifères. Les formations greneuses du miocène recèlent des petits niveaux aquifères perches alimentes exclusivement par les eaux de pluie.

### **III.1.4. Situation climatologique :**

#### **III.1.4.1. Le climat :**

L'étude climatique est très importante, elle nous renseigne sur la pluviométrie, les températures, les taux d'humidité, les vents, les jours de sirocco et de gelée.

Toutefois un bon concepteur doit tenir compte de ces phénomènes, c'est-à-dire adopter une attitude vis-à-vis du climat.

- La région de FRENDA se caractérise par de rudes conditions climatiques. Le climat a été toujours marqué par le semi-aride de type continental, il se caractérise par des hivers froids.

#### **III.1.4.2. La température :**

L'analyse des données montre deux saisons bien distinctes durant l'année, une saison froide et une saison chaude.

Les moyennes les plus basses sont enregistrées pendant trois mois de la période d'hiver : décembre (2,8°) ; janvier (1,7°) et février (2,8°).

Durant la saison chaude les températures dépassent 25 ° à partir de juin jusqu'à septembre. [24]

### III.1.4.3. La pluviométrie

Selon l'annuaire pluviométrique de l'Algérie établi par l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H), Les précipitations sont marquées par une irrégularité saisonnière.

La pluviométrie moyenne annuelle varie de 400 à 500 mm/an. [24]

Qui va nous permettre d'estimer le volume d'eau pluviale qui sera introduite dans les épurées et réutilisées en irrigation suivant les besoins

### III.1.4.4. Le vent :

La vitesse du vent moyenne annuelle est de (3.8 à 4.4 m/s), ils sont violents en printemps et en automne. Les vents prédominants dans la région sont de direction Ouest et Nord-Ouest. [24]

### III.1.5. La population :

Pour le dimensionnement de la station d'épuration, nous devons prendre en compte le cas le plus défavorable, c'est à dire le cas où les débits des eaux usées attendus à la station d'épuration sont au maximum.

Il sera donc nécessaire de tenir compte des gros consommateurs d'eau, soit la population, les activités sanitaires, le secteur scolaire, etc.

**Tab III.1 :** Evolution de la population entre 1998 et 2005 de la ville de FRENDA. [22] et [23]

Horizons		A.C.L	Total commune
1966	Population 1966	12422	17715
1977	Population 1977	18044	24600
	Tx d'acc (%) 66 – 77	3,45	3,33
1987	Population 1987	30640	37815
	Tx d'acc (%) 77 – 87	5,43	4,39
1998	Population 1998	43505	48569
	Tx d'acc (%) 87 – 98	3,23	2,30
2005	Population 2005	52290	56837
	Tx d'acc (%) 98 – 2005	2.66	2,27

A partir de ce tableau, il apparait que notre zone d'étude, regroupait en 1966, 12422 habitants ; Ensuite la population est de 18044 habitants en 1977 soit un taux d'accroissement de 3,45 %.

Dans les années 70 et début 80, Freneda était plus attractive qu'en 1966, ceci est due à l'installation des petites industries agroalimentaires, nécessaires au soutien du développement rural, ce qui a permis à la commune d'avoir une place importante dans l'espace wilaya au tant que pôle d'appui au chef-lieu de wilaya, dans la gestion de toute la région ouest. Durant cette période la population était évaluée à 30640 habitants avec un taux d'accroissement général de 5,43 %.

Au recensement de 1998, la population était égale à 43505 habitants soit un taux d'accroissement de 3,23 %.

Nous remarquons une baisse du taux d'accroissement entre 1987 et 1998 dans la commune, ce dernier passe de 5,43 % à 3,23 %.

En 2014, la population est estimée à 72390 avec un taux d'accroissement de 2,66 Selon le PDAU, cette baisse du taux d'accroissement est due au ralentissement du dynamisme de la commune

Et deux phénomènes sont apparus à partir de 1986:

- Une mutation progressive des secteurs productifs vers le tertiaire;
- La gestion de la ville pris la priorité par rapport à l'espace rural

### **III.5.1.1 services de consommateurs d'eau :**

Les services et équipements grands consommateurs d'eau et qui peuvent constituer une source de pollution hydrique sont définis comme suit :

- Education et formation :

**Tab III.2 :** Education et Formation. [22]

Infrastructures socio-économiques (Enduction et Formation)	Nombre d'élèves	Nombre d'établissements
Enseignement fondamental premier et second cycle	8197	27
Enseignement troisième cycle	4092	07
Enseignement Secondaire	2690	04

Centre de formation professionnelle CFPA	641	01
--	-----	----

**Equipements Sanitaires :**

**Tab III.3 :** équipements sanitaire. [22]

Equipements	Nombre
Hôpital	01
Polyclinique	01
Salle de soin	03
Cabinet médical	36
Dentiste	08
Pharmacie	11
Service de prévention	-

• **Abattoir**

La ville de FRENDA possède un (01) abattoir, sa situation annuelle est donnée dans le tableau III.5 :

**Tab III.4:** Situation annuelle de l'abattoir. [22]

	Situation des abattages		
	Gros bétail (Tête /semaine)	Petit bétail (Tête /jour)	Poulet (Poulet/jour)
Situation 2014	01	150	500

• **Equipements religieux :**

- Treize (13) mosquées, dans quatre (04) sont en cours de réalisation.
- Huit (08) salles coraniques.

• **Equipements sportifs :**

**Tab III.5 : récapitulatif des équipements sportifs. [22]**

Infrastructure de jeunesse et sport		Nombre d'équipement	Capacité
Piscine		1	-
Stade		2	6500 personnes
Complexe sportif de proximité	Salle omnisports	1	500 personnes
	Terrains combinés	6	-
Salle spécialisée		1	-
Piscine semi olympique		1	-

- **Equipements culturels :**

- un (01) Centre culturel avec une capacité de 260 personnes ;
- une (01) maison de jeunes.

**Equipements commerciaux :**

**Tab III.6 : équipements commerciaux. [22]**

Type de commerce	Nombre
Alimentation générale	237
Boulangerie	14
Boucherie volaille	36
Fruit / légume	14
Artisans	-
Matériaux de construction	19
Dépôt de gaz butane	06
Café	26
Restaurant	06
Bain	07

Douche	18
Salle de cinéma	01
Station de lavage	11
NAFTAL CARBURANT et NAFTAL GPL	03 éliminations autonomes

### III.1.5.1.2 Inventaire des industries existantes:

Les activités industrielles qui y sont implantées au niveau de la ville de FRENDA sont les suivantes :

**Tab III 7 : Activités industrielles. [25]**

Désignation des activités industrielle	Localisation	Consommation en eau m <sup>3</sup> /j
02 Grands moulin	Zone d'activité	1,6
03 Parpaineuses	Zone d'activité	0,17
Total consommation m <sup>3</sup> /j		1,77

Au future, il y a une possibilité de réouverture de l'usine de fabrication de chaussures, qui existait avant l'année 2005 et dont la capacité était de 800 ouvriers, cette dernière a été fermée par arrêté du chef de gouvernement, Deux industries sont projetées dans la zone d'activité qui sont: une limonaderie et une laiterie.

### III.1.6. Etude de la Situation hydraulique en amont de la STEP (situation et perspectives) :

#### III.1.6.1. Alimentation en eau potable :

##### III.1.6.1.1 Infrastructures de stockage :

Il existe au niveau de la commune de FRENDA un (01) château d'eau de capacité de 500 m<sup>3</sup> et six (06) réservoirs dont la capacité est de 7500 m<sup>3</sup>. Ainsi donc les capacités de stockages existantes sont de 8000 m<sup>3</sup>. [14]

**Tab III.8: Ouvrages de stockage [22]**

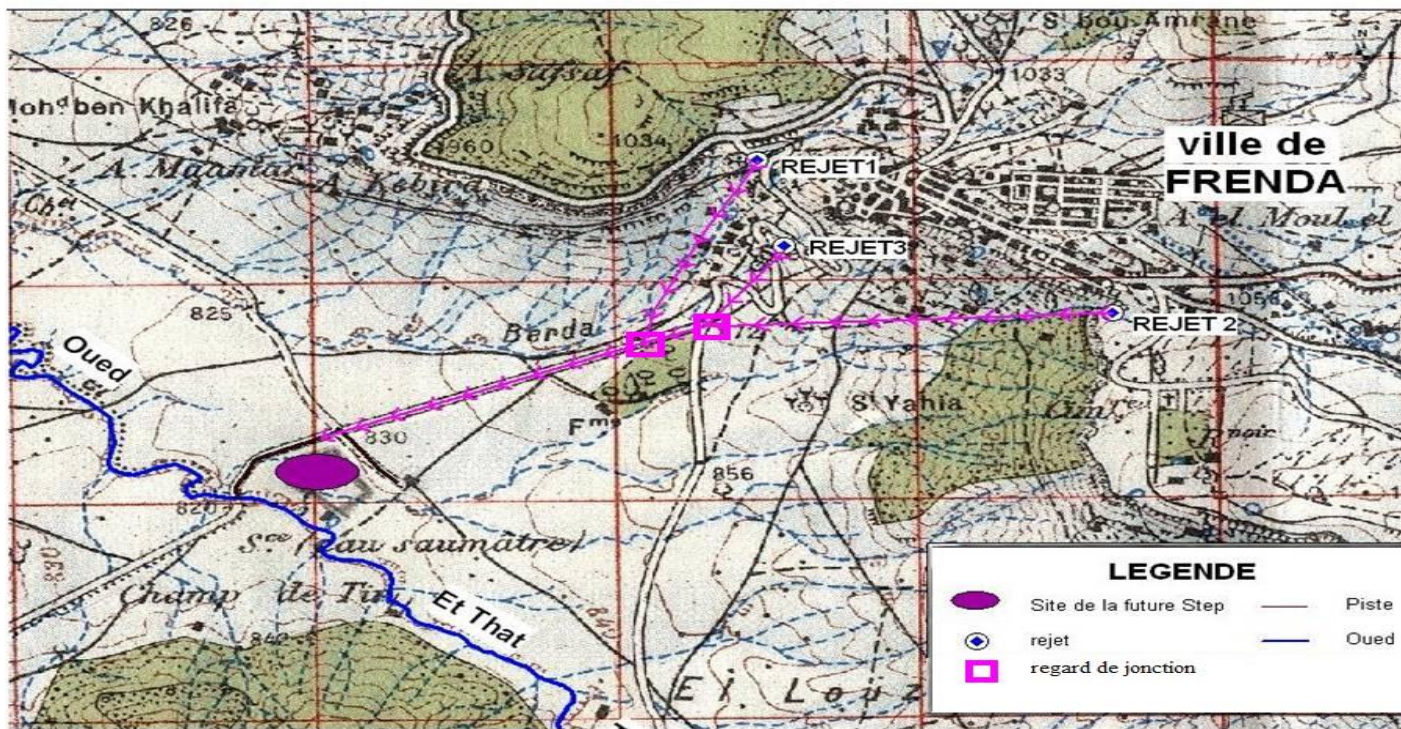
Commune	Localisation	Nbre de réservoirs	Capacité M <sup>3</sup>
Frenda	Cité Zhun au sol	2	2x 1000
	Cité hôpital semi enterré	2	2x 1000
	Cité Mahi au sol	1	2500
	Château	1	500
	Route Ain Kermes au sol	1	1000
Total	Frenda	7	8000

#### III.1.6.2. Réseaux d'assainissement :

L'agglomération chef-lieu de Frenda est actuellement assainie au moyen d'un réseau de type unitaire, recouvrant la totalité de l'agglomération il est formé de deux (02) galeries (A et B) et d'une conduite en béton de 800 mm de diamètre :

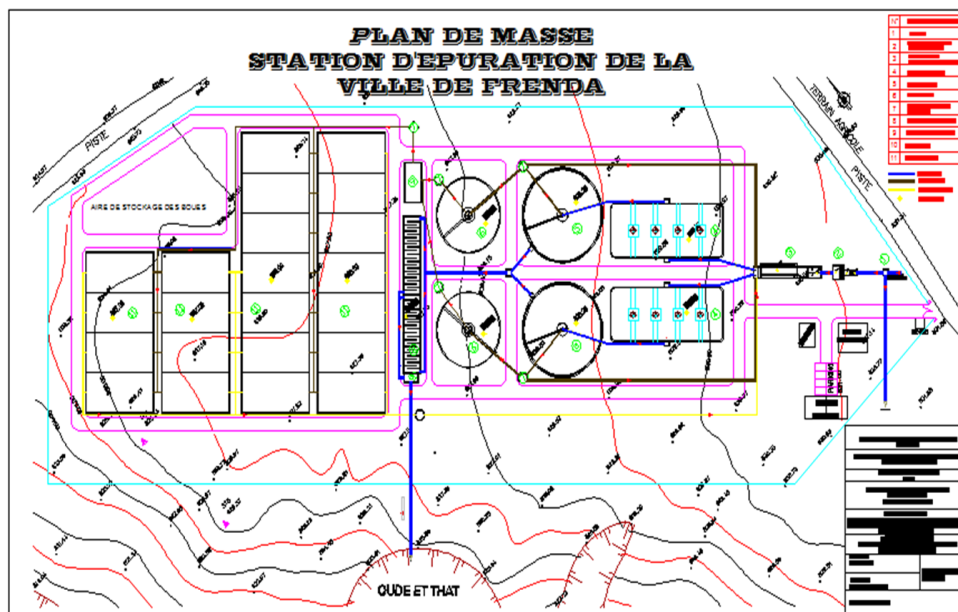
- La galerie A draine les eaux usées provenant de la partie haute ;
- La galerie B et le collecteur DN 800 drainent les eaux usées provenant de la partie basse.

Ces rejets seront prolongés vers la future STEP par le biais de trois collecteurs (A, B et C) reliés en un regard de jonction, acheminés gravitairement en PEHD de diamètres nominaux 400, 500 et 600 mm sur une longueur totale de 3 560 m (voir figure III.2 et III.3). [14]



**Fig. III.2 :** carte de situation de la future STEP de FRENDA échelle 1/20 000 [14]

### III.2. Fonctionnement de la STEP de Frenda



**Fig. N° III.3** Plan de masse de la STEP de Frenda (E : 1cm=40m)

Les boues issues et les eaux traitées réutilisées de la station d'épuration Frenda, sont produites selon les étapes suivantes :



### III.2.1. Prétraitements

La station d'épuration de Frenda traite les eaux usées domestiques de la ville de la commune. Elles sont acheminées à la station par une conduite à écoulement gravitaire par trois sources dites exutoires principaux (figure III .4.).



**Fig. III.4. Conduite principale** des eaux usées qui alimente La station d'épuration qui rassemble trois exutoires.

- **Dégrillages grossiers :**

L'objectif principal d'un dégrillage grossier est d'arrêter les débris, tels que les papiers, chiffons, etc.... qui, en plus de donner une impression de saleté, risqueraient d'entraîner des obstructions dans la station. (Figure III.5).



**Fig. III.5. Dégrillage grossier** de la station d'épuration

- **Dessablages / Dégraissage**

Les eaux usées dégrillées passent directement du caniveau de sortie de la chambre de dégrillage dans la chambre d'arrivée des canaux de dessablage / dégraissage.

Le bassin de dessablage / dégraissage est du type aéré à rotation. Un écumeur immergé dans l'eau est également sur le pont et transporte les huiles et matières grasses flottantes dans une trémie collectrice.

Les huiles et matières grasses recueillies sont alors acheminées dans une benne pour évacuation (figure III.6).



**Fig. III.6 : Dessablages / Dégraissage**

### III.2.2. Traitement biologique

Les eaux usées dégrillées et dessablées sont ensuite équin-parties en quatre dans un canal de répartition du débit. Elles sont mélangées à une partie des boues de retour puis s'écoulent par gravité dans les bassins d'aération (fig. III.7). Le traitement biologique est effectué dans des bassins à boues activées. Dans le processus du traitement biologique, des bactéries naturelles sont développées et servent à décomposer les matières biodégradables contenues dans les eaux usées.

Après traitement, la boue est séparée de l'eau traitée (effluent) dans des bassins de décantation secondaire.



**Fig. III.7 : Bassin d'aération de la station d'épuration**

- Décantation secondaire

La décantation de la liqueur mixte est effectuée dans huit décanteurs circulaires, fonctionnant en parallèle.

Ces décanteurs sont du type à pont rotatif diamétral à deux bras racleurs, avec fond

En pente, entrée centrale, goulotte périphérique de décantation de l'effluent et vidange de Fond des boues (figure III.08).



**Fig. III.8 : Bassins de décantation secondaire**

Chaque chambre de collecte des boues est munie d'une vanne murale à déversoir pour isolement de l'entrée des boues à commande manuelle.

Les boues provenant des deux chambres d'extraction sont acheminées par gravité dans le puisard des boues de retour.

Les boues de retour sont relevées par des pompes à vis de sorte qu'elles peuvent s'écouler par gravité soit vers l'extérieur pour évacuation, soit à travers des grilles pour retourner au bassin d'aération.

L'effluent clarifié s'écoule alors par gravité dans la goulotte d'évacuation commune à ciel ouvert jusqu'à l'Oued (figure III.09).



**Fig. III.9 : Canal des rejets de la station d'épuration**

- Epaissement des boues excédentaires

Les boues excédentaires, provenant de la station de pompage des boues de retour, s'écoulent dans deux réservoirs d'épaississement des boues. Ces épaisseurs sont du type à grille racleuse.

- Lits de séchage des boues

Les boues épaissies sont distribuées dans les lits de séchage par l'intermédiaire d'une série de tuyaux d'admission (figure III.10).

La superficie totale des lits de séchage est de 21 600m<sup>2</sup>, ce qui permet un cycle de 12 jours pour une couche de boue de 300 mm d'épaisseur.

Le liquide surnageant sera évacué manuellement par les vannes murales au cours des trois premiers jours et renvoyé dans la station. Le restant de l'eau sera perdu par percolation et évaporation. Les boues séchées sont enlevées à la pelle pour évacuation.



**Fig. III.10 : Lits de séchage des boues**

### **III.2.3 Composition de la contenance du lit de séchage**

- La Matière organique

La concentration en matière organique dans la STEP de Frenda peut varier de 40 à 63 % selon la saison et les conditions de recueil. La matière organique des boues est constituée de matière particulaire éliminée par gravité dans les boues primaires, des lipides (6 à 19 % de matière organique), des polysaccharides, des protéines et des acides aminés (jusqu'à 33% de la matière organique), de la lignine, ainsi que des produits du métabolisme et des corps microbiens résultant des traitements biologiques [4] (digestion, stabilisation).

- Eléments fertilisants et amendements

Selon la dose appliquée dans la STEP de Frenda, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en azote, en phosphore, en magnésium, calcium et en soufre ou peuvent aussi corriger des carences à l'exception de celle en potassium.

Les éléments traces tels que le cuivre, le zinc, le chrome et le nickel présents dans les boues sont aussi indispensables au développement des végétaux et des animaux.

- Contaminants chimiques inorganiques et organiques

Ces mêmes éléments traces métalliques (cuivre, le zinc, le chrome et le nickel) indispensables au développement des végétaux et des animaux peuvent se révéler toxiques à fortes doses. D'autres, tels que le cadmium et le plomb sont des toxiques potentiels. Ainsi un polluant peut-être défini comme un élément ou un composé chimique ordinaire dont la nocivité n'apparaît qu'à partir d'une certaine concentration.

La nature et la concentration des eaux usées de Freneda en polluants organiques sont très dépendantes des activités raccordées au réseau expliqué déjà. L'essentiel des contaminations chimiques vient des rejets industriels et dans une moindre mesure des rejets domestiques (utilisation de solvants, déchets de bricolage...).

Du fait de la décantation lors du traitement, ces contaminants chimiques se retrouvent dans les boues à de très grandes concentrations par rapport aux eaux usées.

- Les micro-organismes pathogènes

Les boues contiennent des milliards de microorganismes vivants qui jouent un rôle essentiel dans les processus d'épuration. Seule une infime partie est pathogène (virus, bactéries, protozoaires, champignons, helminthes, etc.) et provient en majorité des excréments humains ou animaux. La concentration d'une eau usée en germes pathogènes dépend du secteur d'activité d'origine [14].

Partie II:

---

# Chapitre IV : Matériel et méthodes



## *Chapitre IV : Matériel et méthodes*

**IV.1. Matériel :** dans cette partie nous exposerons quelques éléments du matériel utilisé pour faire les mesures que nous avons pu faire

### **IV.1.1. PH-mètre**

L'évolution du ph a été mesurée à l'aide e d'un pH - mètre JENWAY instruments 3505, équipé.

D'une électrode de verre combinée. Le pH-mètre est préalablement étalonné avec des

Solutions tampons (pH = 4, 7 et 10).



Fig. N° IV.1. PH mètre

Nous avons effectué des analyses du ph des 2 prélèvements de vérification au exutoires d'assainissement de Frenda, et nous avons effectuée l'analyse des prélèvement solides et liquide à l'entrée et à la sortie de la STEP journalier ment en vue de l'obtention des moyennes mensuelles d'entrée et de sortie des affluents de la STEP.

### **IV.1.2. Centrifugeuse**

Les échantillons sont au préalable centrifugés à 7000 ppm par une centrifugeuse de marque « SIGMA 1 - 15 », à température ambiante pendant 10 minutes. Le surnageant récupéré est dilué si nécessaire selon les méthodes de dosage.



Figure V.2 : centrifugeuse

### IV.1.3. Spectrophotomètre

Un spectrophotomètre DR/2000 a été utilisé pour la mesure de la turbidité des échantillons ce qui Permet de déterminer la densité de la population bactérienne. Il a également été utilisé pour mesurer l'évolution de la concentration de nitrate et de la matière organique.



Figure IV.3. : spectrophotomètre

#### IV.1.3.1 Principe de la spectrophotométrie

La mesure de l'opacification du milieu de culture est une technique très prisée pour mesurer la biomasse, c'est-à-dire la masse bactérienne sèche présente par unité de volume (ML<sup>-3</sup>). Il est en effet possible d'utiliser une loi, analogue à celle de Bér-Lambert, exprimant la proportionnalité entre la contribution bactérienne à l'absorbance du milieu A et la biomasse B présente en solution,



$$A = \text{Log} (I_0 / I_2) - \text{Log} (I_0 / I_1) = \text{Log} (I_1 / I_2) = \alpha d B$$

Où :  $I_0$  : représente l'intensité lumineuse du rayon incident,

$I_1$  : l'intensité du rayon transmis en l'absence de biomasse,

$I_2$  : l'intensité du rayon transmis en présence de biomasse,

$D$  : la longueur du trajet optique, et  $\alpha$  un coefficient de proportionnalité.

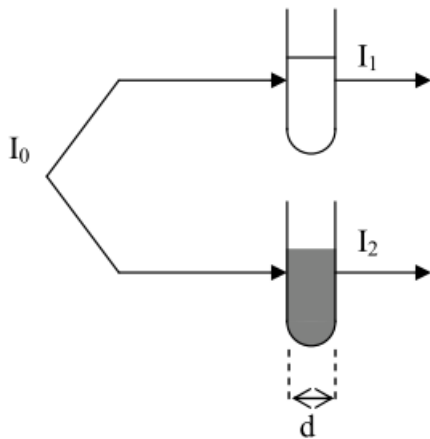


Figure IV.4. : Schéma pour définir la densité optique du milieu. [J, 1991].

L'absorbance est rapportée conventionnellement à un trajet optique de 1 cm pour définir la densité optique (DO) du milieu :

$$DO = (1/d) \text{Log} (I_1 / I_2) = ab$$

L'échantillon est placé dans une cuvette ensuite on place la cuvette dans le spectrophotomètre.

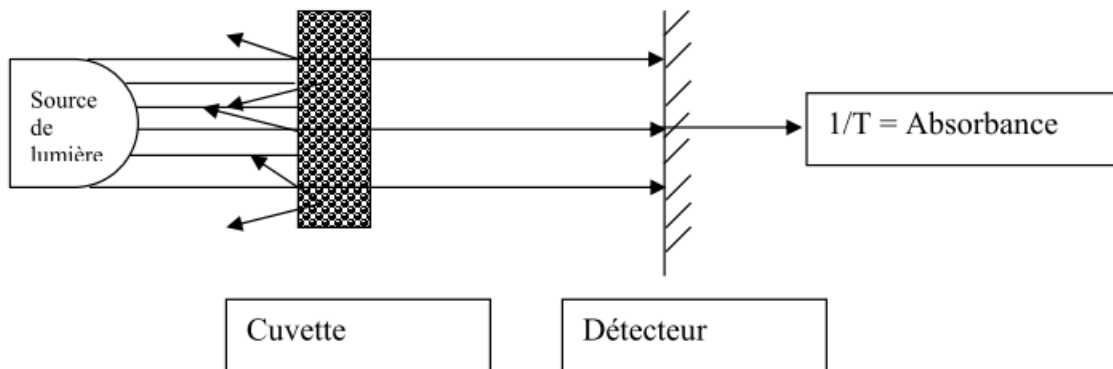


Figure IV.5. : Schéma de l'absorbance

#### IV.1.4. Réacteur DCO

Un bloc chauffant à 1500°C, à 16 postes, pouvant être remplacé par tout autre système équivalent capable de recevoir des tubes bouchés avec joint téflon SVL 16 x 100, afin de mesurer l'évolution de la matière organique.



Figure IV.6. : réacteur DCO

#### IV.1.5. Réacteurs « batch »

Une étuve de marque MEMMERT est utilisée pour l'incubation des échantillons et la vaporisation totale de l'eau contenue dans ces dernières.

Le pilote est alimenté continuellement avec l'effluent traité provenant de la STEP de la ville de Freneda L'échantillonnage biquotidien (le matin et le soir) des eaux se fait à la sortie du bassin de clarification secondaire (séparation solide/liquide). Une fois recueillie, l'eau est acheminée aussi rapidement au laboratoire.



Figure IV.7.: réacteur batch

**IV.1.6- Méthodes d'analyses :** Nous allons exposer les mesures les plus importantes faites journalièrement à l'entrée et à la sortie de la STEP

**IV.1.6.1 La DBO<sub>5</sub> :** est mesurée par un DBO mètre (Aqualitic Din 6647/6648), après incubation pendant 05 jours dans l'obscurité à une température de 20 °C ; La DCO est mesurée par un DCO mètre (BEHRE Test TRS 200), par la méthode au bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) ; Cette méthode permet de déterminer la teneur totale en matières organiques oxydables des eaux, dans les conditions de l'essai.

L'oxydation se fait par excès de bichromate de potassium en milieu acide et à l'ébullition en présence de sulfate d'argent ( $Ag_2SO_4$ ), et de sulfate de mercure ( $HgSO_4$ ).

L'excès de bichromate est dosé par une solution titrée de sulfate de fer et d'ammonium qui donne un virage au rouge violacé en présence de ferroïne comme indicateur.

**IV.1.6.2 La DCO** exprimée en mg/l d'oxygène est donnée par l'expression suivante. Avec:

V<sub>0</sub> : Volume de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc (en ml) ;

V<sub>1</sub> : Volume de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour la prise d'essai (en ml) ;

V: Volume de la prise d'essai (en ml) ;

T: Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

Les nitrates et les nitrites ont été dosés par spectrométrie, UV/Visible ; Le dosage des phosphates est également effectué par spectrométrie d'absorption moléculaire (Shimizu 1600), par formation, en milieu acide, d'un complexe

$$DCO = 8000 \cdot (V_0 - V_1) T$$

Phosphomolybdique en présence de molybdate d'ammonium. Le tartrate double d'antimoine

Et de potassium qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue qu'on dose

À la longueur d'onde de 880 nm ;

#### IV.1.6.3 les matières en suspension

Les matières en suspension (MES) mesurée par la méthode de filtration, la concentration est exprimée en mg/ l, elle est calculée selon la formule suivante ; MES : Concentration en matières en suspension (en mg/l) ; M 0 : Masse du papier filtre avant l'utilisation (en mg) ;

M 1 : Masse du papier filtre après l'utilisation (en mg) ;

V: Volume d'eau utilisée (en ml).

La précipitation des orthophosphates par coagulation floculation : Les conditions hydrodynamiques de la réaction sont les suivantes :

- Coagulation : elle est réalisée avec une vitesse d'agitation de 150 tr / min pendant 01 minute ;
- Floculation : elle est observée à une vitesse d'agitation de 60 tr /min pendant 15 minutes.
- Décantation a été réalisée pendant 2 heures.

La détermination de la quantité de réactif coagulant-floculant a été effectuée par ajout de doses croissantes de ce dernier à un litre d'eau à traiter dans les conditions expérimentales données précédemment.

Le surnageant contenant les phosphates est siphonné et les phosphates ainsi obtenus sont dosés par spectrométrie.

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

MES : Concentration en matières en suspension (en mg/l) ;

M 0 : Masse du papier filtre avant l'utilisation (en mg) ;

M 1 : Masse du papier filtre après l'utilisation (en mg) ;

V: Volume d'eau utilisée (en ml).

- La précipitation des orthophosphates par coagulation floculation : Les conditions hydrodynamiques de la réaction sont les suivantes :
  - ❑ Coagulation : elle est réalisée avec une vitesse d'agitation de 150 trs / min pendant 01 minute ;
  - ❑ Floculation : elle est observée à une vitesse d'agitation de 60 trs / min pendant 15 minutes ;
  - ❑ Décantation a été réalisée pendant 2 heures.

La détermination de la quantité de réactif coagulant-floculant a été effectuée par ajout de doses croissantes de ce dernier à un litre d'eau à traiter dans les conditions expérimentales données précédemment.

Le surnageant contenant les phosphates est siphonné et les phosphates ainsi obtenus sont dosés par spectrométrie.

Les réactifs utilisés pour améliorer la précipitation physico-chimique du phosphore sont constitués de fer, d'aluminium ou de calcium.

Partie II:

---

# Chapitre V : discussions des résultats



## *Chapitre V. Résultats et discussion*

### **V.1. Perspectives d'évolution de la population à moyen et à long terme liées à l'utilisation de la STEP:**

Après concertation avec les services de la DPAT de FRENDA, toute en considérons nos calculs quant à l'évolution de la population, nous avons opté pour un taux d'accroissement de 3,5 % pour évaluer le moyen terme (2020) et le long terme (2035)

L'accroissement de la population de Frenda aux horizons définis ci-dessus est déterminé à partir de la formule suivante:

$$P_{nb} = P_o (1+r)^n$$

Avec :

$P_n$  : Population future ;

$P_o$  : Population résidente à l'année considérée comme référence ;

$N$  : Nombre d'année séparant l'année de référence et l'année prise en compte ;

$R$  : taux d'accroissement ;

Sur la base du taux d'accroissement mentionné ultérieurement, l'évolution de la population se situe de la manière suivante pour la zone d'étude.

Tab **V.1.**: Perspectives d'évolution de la population future (2020 - 2035)

Horizons	2005	2020	2035
Population (hab.)	52290	92731	155357

### **V.2. Perspectives d'évolution des besoins en eau :**

La ville de FRENDA est dotée d'un réseau d'alimentation en eau potable qui a permis un raccordement de 90 %. Le mode de distribution d'eau potable de la ville de Frenda se fait selon la situation des quartiers de la ville soit chaque deux jour ou chaque quatre jour.

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est évaluée en l0/hab. j .et elle dépend de certains critères qui sont :

- Le niveau de vie de la population de cotée richesse et pauvreté vis-à-vis de l'accessibilité de l'eau
- Le nombre d'habitants ;
- Le développement urbain de la ville (infrastructure consommatrice d'eau comme : les écoules, les sociétés, les stades ...etc.)
- Ressources existantes.

Le calcul des besoins en eau consiste à déterminer la consommation moyenne journalière et elle est définie comme le produit de la dotation (norme) moyenne journalière par le nombre de consommateurs.

- **V.2.1. Besoins domestiques :**

Pour l'évaluation des besoins en eau potable, et selon le PDAU, les agglomérations dont la population est comprise entre 50 000 et 500 000 habitant, leurs dotations est de 150 l/hab/j, et comme le nombre total de la population de FRENDA en l'an 2035 (155357 habitant) ne dépassera pas le 1/3 de la population citée dans le PDAU (500 000 habitant), pour cette raison nous opterons, pour une dotation de 150 l/hab/j pour le moyen et le long terme.

**Tab V.2:** Estimation des besoins en eau domestique de la zone d'étude

Horizons	2005	2020	2035
Nombre d'Habitants	52290	92731	155357
Dotation l/hab.	150	150	150
Besoins m <sup>3</sup> /j	7844	13910	23304

**V.2.2. Besoins des équipements socioéconomiques en eau :** Les besoins en équipements socioéconomique de stockage de l'eau et d'évacuation des eaux usées ainsi que l'équipement



d'épuration sera de plus en plus importante, il faut prévoir une extension de la STEP à l'horizon 2035

**Tab V.3. Besoins en eau publique des équipements de la zone d'étude**

Equipements	Source d'informations	Capacité	Consommation totale	
			(l/s)	(M <sup>3</sup> /j)
Education et formation:				
Ecole fondamentale	Dotation 20 l/j/e	8197 élèves	1,89	163,94
Enseignement moyen	Dotation 30 l/j/e	4092 élèves	1,42	122,76
Enseignement secondaire	Dotation 50 l/j/e	2690 élèves	1,55	134,5
CFPA	Dotation 30 l/j/e	641 élèves	0,22	19,23
Equipements sanitaires	Estimation		0,029	2,56
Abattoir :				
Gros bétail	ADE	1tête/semaine	0,03	3
Petit bétail		150 tête/j		
Tuerie des poules		500 poulets/j		
Equipements religieux	Estimation		0,004	0,32
Equipements culturels et sportifs	Estimation		0,45	38,83
Piscine	Dotation 150l/j/	200baigneur/j	0,92	80
piscine semi olympique	baigneur	100baigneur/j	2,10	181,66
Equipements commerciaux	Dotation 150l//j/		0,008	0,71
Equipements administratifs	baigneur		0,06	4,81
Station de lavage	Estimation		0,08	7,26
NAFTAL (carburant et GPL)	Estimation		0,006	0,5
Industrie	Estimation		0,02	1,77
Coopérative Céréale Légume	ADE		0,010	0,83
Sec DOCK (dépôt)	ADE			
	ADE			
<b>Total</b>			<b>8,79</b>	<b>762,68</b>

L'évolution des besoins est estimée suivant l'évolution des besoins projetés et l'évolution de la population calculée avec une consommation totale de 8.79 l/s et le secteur de l'éducation on est le plus important consommateur si dessus.

**Tab V.4.: Consommation moyenne en eau potable**

Horizons	Nombre Habitants (hab.)	Consommation domestique M <sup>3</sup> /j	Consommation équipement M <sup>3</sup> /j	Total Total M <sup>3</sup> /j
2005	52290	7844	763	8607
2020	92731	13910	937,45	14847,45
2035	155357	23304	1014,75	24318,75
Total	300378	45058	2715,2	47773,2

La consommation des habitants, des équipements sera de plus en plus croissante et l'évaluation des besoins est déterminante quant à l'intérêt et la faisabilité de la REUT de Frenda, la consommation totale en m<sup>3</sup>/j évolue de 8607 en 2005 à 47773,2 en 2035.

#### **V.4. Perspectives d'évolution des besoins de traitement des eaux usées de la STEP de Frenda en vue de REUT**

les prises d'échantillons en été faite à la canalisation des eaux usées a l'intérieur de la ville (canalisation 1 et 2 , le 11 et 12 avril 2014 pour déterminer la nature des eaux usées les plus proche de leurs sources ( habitation de la ville) qui nous donnera une idée sur leurs qualité sans avoir a estimé les pertes au réseau d'assainissement ,tâche qui n'est pas facile sans large erreur sans une longue analyse de réseaux des eaux usées par agglomérations, par adductions et branchement ; nous nous somme limité au calculs des estimations pour éclairer nos lanterne sur les perspectives et les besoins de la population de Frenda et les rendements ( suivant la perspective eau et environnement 2014-2020-2035).

Les quantités d'eaux usées chargées en DBO<sub>5</sub> (417 mg /l), en DCO (625mg/l), en azote ammoniacal (NH<sub>4</sub>:120 mg/l), huile et graisses (HG : 255 mg /l), en ortho-phosphates (O-PO<sub>4</sub>: 8,20 mg /l) et en MES (205 mg/l), rejetées sans aucun traitement préalable, constituent une menace quasi certaine nuisance pour l'environnement la santé publique. La conception d'une STEP est une nécessité absolue.

Le dimensionnement de la STEP dépend de la charge d'entrée, qui est fonction de débit et des concentrations moyennes des paramètres de pollution (DBO<sub>5</sub>, MES...) et la STEP montre son aptitude à répondre aux besoins actuelles de Freneda.

#### V.4.1 Evaluation des charges polluantes :

Le réseau d'irrigation sera exploitable à l'horizon 2035 pour cela il est intéressé de calculer les caractéristiques d'une eau usée exploitable jusqu'à 2035.

Etant donné que les charges polluantes obtenues analytiquement sont faibles par rapport aux grandes villes ; nous avons opté pour les charges polluantes, pour un réseau unitaire (cas de la VILLE de FRENDA).

- 1 - Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours (DBO<sub>5</sub>) : 74 g/EH. J ;
- 2 - Demande chimique en oxygène (DCO): 80 g/EH. J ;
- 3 - Matières En Suspension (MES) : 90 g/EH. J ;
- 4 - Azotes ammoniacal N-NH<sub>4</sub>: 10 g/EH. J;
- 5 - Ortho-phosphates P-PO<sub>4</sub>: 5, 4 g/EH. j.

#### V.4.1 .1La charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub>:

$L_0 = 11997,25 \text{ kg/j}$
-------------------------------

$$L_0 = \text{DBO}_5 \cdot N_{\text{hab}} = 74 \cdot 162125 \cdot 10^{-3} = 11997,25 \text{ kg/j}$$

$$C_{\text{DBO}_5} = \frac{L_0}{Q_j (\text{m}^3 / \text{j})} = \frac{11997,25}{19455} = 0,617 \text{ g/l}$$

$C_{\text{DBO}_5} = 617 \text{ mg/l}$
---------------------------------------

Avec : -  $L_0$  : charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub>

-  $C_{\text{DBO}_5}$  : la concentration en DBO<sub>5</sub> moyenne ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ ).

-  $Q_j$  : débit moyen journalier en ( $\text{m}^3 / \text{j}$ ).

Les résultats versés dans le Tab V.4.1 .5

#### V.4.1 .2. La charge en MES :

$$N_0 = \text{MES} \cdot N_{\text{hab}} = 90 \cdot 162125 \cdot 10^{-3} = 14591,25 \text{ kg/j}$$

$$N_0 = 14591,25 \text{ kg/j}$$

$$C_{\text{MES}} (\text{g} / \text{m}^3) = \frac{N_0}{Q_j (\text{m}^3 / \text{j})} = \frac{14591,25}{19455} = 0,75 \text{ g/l} \Rightarrow$$

$$C_{\text{MES}} = 750 \text{ mg/l}$$

Avec :  $N_0$  : Charge moyenne journalière en MES.

$C_{\text{MES}}$  : La concentration moyenne en MES ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ ).

De la même manière :

- La charge journalière en **DCO** = **12970 kg/j** et  $C_{\text{DCO}} = 666,67 \text{ mg/l}$
- La charge journalière en **NH4** = **1621,25 kg/j** et  $C_{\text{NH4}} = 83,34 \text{ mg/l}$
- La charge journalière en **P-PO4** = **875,48 kg/j** et  $C_{\text{P-PO4}} = 45 \text{ mg/l}$

**Tableau V.5.** Charges de pollution à traiter par la station d'épuration de FRENDA

Horizon 2020		Horizon 2035
Paramètres	Charge journalière [kg/j]	Charge journalière [kg/j]
DBO <sub>5</sub>	7324,74	11997,25
MES	8908,47	14591,25
PO <sub>4</sub>	534,51	875,48
NH <sub>4</sub>	989,83	1621,25

La réutilisation des eaux usées (REU) à partir de la STEP de FRENDA consiste en l'utilisation d'eaux usées plus ou moins traitées dans un objectif de valorisation (usage bénéfique) qui est l'irrigation.

Ces projets de réutilisation des eaux usées traitées (REUT) participent à la gestion intégrée des ressources en eau et à la préservation de l'environnement de la ville de Frenda. Ils sont particulièrement stratégiques dans cette commune à climat semi arides de la région méditerranéenne où la pression sur les ressources en eau est forte selon les besoins établit et estimé à un déficit moyen 0.15 l/s/ha dans le domaine de l'irrigation( nous avons estimé les calculs des besoins en irrigation pour les céréales en intensifs : blé et orge les cultures les plus conduites de la région), et qui connaissent des situations de concurrence entre les différents usages de l'eau, a fortiori dans un contexte de changement climatique et l'augmentation de la température dans la région de FRENDA.

En développant un usage alternatif des eaux usées Traitées de la ville de Frenda , ils permettent en particulier de diminuer la pression sur les ressources en eau et de libérer des quantités non négligeables d'eaux conventionnelles pour d'autres usages ou pour la préservation de l'environnement Les applications de la REUT des eaux de la STEP de Frenda sont nombreuses et fonction des niveaux de traitement : irrigation de terres agricoles, arrosage de parcs et espaces verts urbains, usages industriels et urbains, usages environnementaux et récréatifs et recharge de nappes.et le maintien des ressources en eau de surface et souterraines.

Les enjeux du développement de la REUT sont liés à :

- L'accroissement des besoins en eau pour l'agriculture lié en particulier au climat semi-aride de Frenda;
- une urbanisation croissante qui génère une augmentation continue des flux d'eau et une expansion des réseaux d'adduction d'eau potable et d'assainissement exploitable pour l'irrigation ;
- un marché croissant pour des exploitations agricoles périurbaines pouvant bénéficier des avantages de la ressource en eau issue du traitement des eaux usées et de ses nutriments associés.

Les agriculteurs irriguent principalement à partir d'eau souterraine.

La mise en place de la réutilisation des eaux usées doit permettre de sauvegarder les nappes de la Surexploitation et de la pollution.

#### **V.5. Caractéristiques physicochimiques de l'effluent liquide (eau) :**

La Fluctuation des caractéristiques de l'eau et efficacité de l'eau est fonction des saisons et des activités et elle demblante a l'observateur que le débit fluctue entre un seuil minimal de 18835.21 m<sup>3</sup>/j d'en mai et un seuil maximale de 21121,77 m<sup>3</sup>/j.

Les caractéristiques physico-chimiques des paramètres de pollution du tableau représentent un bilan authentique durant les deux périodes hydrauliques extrêmes (hautes eaux et basses eaux) des 05 mois étudier avril-aout 2014.

La valorisation agricole des eaux épurées et des boues résiduairees peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P.), pour la protection de l'environnement à Frenda et d'un très grand intérêt économique en vue de l'irrigation de 200 ha limitrophes de la STEP. Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou l'enfouissement dans les décharges.

Les boues résiduairees peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais coûteux.

##### **V.5.1. Etude et valorisation agricole des eaux usées traitées (affluent liquide)**

Ainsi la réutilisation des eaux usées épurées à divers usages et particulièrement en irrigation est une pratique qui prend de plus en plus de l'importance en Algérie. Les volumes des eaux usées produits annuellement en milieu urbain sont estimés actuellement à plus 656 Mm<sup>3</sup> dont seulement moins de 1% sont épurées. De ce fait, ces eaux usées peuvent être considérées comme une ressource hydrique précieuse dont la réutilisation pour l'irrigation est étudiée comme un moyen d'éviter le gaspillage d'une ressource qui se raréfie. D'autre part, dans les régions semi arides comme Frenda, qui en particulier souffrent le plus des déficits hydriques, les eaux usées traitées peuvent être réutilisées à Frenda pour l'irrigation d'environ 200 hectares des terres agricoles et représentent ainsi pour cette

population une ressource hydrique pérenne pour leur agriculture locale avec tous les risques sanitaires et environnementales qui peuvent en découler.

**Tab N° V.6. Données des analyses effectuées des affluents liquides (inputs-outputs) de la STEP de Frenda:**

Mois	Débit moyen Traité (m3/j)	Paramètres de l'auto-surveillance	ME S (kg /j)	D B O5 (k g/j)	DC O (kg /j)	N- NH 4 (kg/ j)	N T K (k g/j)	N- NO 2 (kg /j)	N- N O3 (k g/j)	Pt (k g/j)	T (° C)	p H
<b>Avril</b>	19354.27	Entrée STEP (Eau brute)	367,1	12,0	282,5	23,09	46,25	0,75	35,62	3,23	13,03	7,61
		Sortie STEP (Eau épurée)	9,24	9,28	91	6,45	6,05	0,41	51,76	0,91	13,93	7,36
<b>Mai</b>	18835.21	Entrée STEP (Eau brute)	244,2	18,0	431,7	33,47	80,42	0,45	6,81	3,94	17,07	7,84
		Sortie STEP (Eau épurée)	16,20	13,44	107,9	15,99	31,67	0,42	33,02	1,48	18,50	7,59
<b>Juin</b>	21121,77	Entrée STEP (Eau brute)	316,71	28,0	578,59	44,19	11,99	0,23	1,31	4,42	20,48	7,87
		Sortie STEP (Eau épurée)	14,74	18,6	134,56	28,72	56	0,31	25,38	1,65	22,08	7,55
<b>Juillet</b>	21 272.77	Entrée STEP (Eau brute)	305,19	29,6	667,24	46,79	87,5	0,37	1,33	7,41	22,77	7,88
		Sortie STEP (Eau épurée)	24	20	129	12,70	27,50	0,26	26,72	4,31	24,74	7,41
<b>Aout</b>	19704,07	Entrée STEP (Eau brute)	320,74	32,7	684,63	43,81	12,5	0,14	0,15	7,63	23,7	7,87
		Sortie STEP (Eau épurée)	16,68	19,90	104,81	16,39	44	0,18	37,27	4,52	25,87	7,33
<b>Moyenn e des 05 mois</b>	<b>20057.60</b>	Entrée STEP (Eau brute)	<b>517,98</b>	<b>242,36</b>	<b>527,73</b>	<b>38,62</b>	<b>91,63</b>	<b>.39</b>	<b>9,04</b>	<b>5,33</b>	<b>19,41</b>	<b>7,81</b>
		Sortie STEP (Eau épurée)	<b>16,17</b>	<b>16,24</b>	<b>113,45</b>	<b>16,05</b>	<b>33,04</b>	<b>.32</b>	<b>34,83</b>	<b>2,57</b>	<b>21,02</b>	<b>7,45</b>

Sur les cinq mois la MES moyenne cumulée est de 500 Kg /j, et l'écart des éléments à l'entrée et à la sortie nous montre le fort intérêt et l'efficacité des modes des traitements adoptés par la station.

Il est très important de retenir que cette eau est louable à l'irrigation suivant les normes Algérienne cité dans le Tab N° IV.7

**Tab N V.7.: Les normes Algérienne des rejets des eaux usées.**

<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Normes</b>
<b>Température</b>	<b>C°</b>	<b>30</b>
<b>pH</b>	<b>mg/l</b>	<b>6,5 à 8,5</b>
<b>O2</b>	<b>mg/l</b>	<b>05</b>
<b>MES</b>	<b>mg/l</b>	<b>30</b>
<b>DBO5</b>	<b>mg/l</b>	<b>30</b>
<b>DCO</b>	<b>mg/l</b>	<b>90</b>
<b>Phosphate</b>	<b>mg/l</b>	<b>02</b>
<b>Azote total</b>	<b>mg/l</b>	<b>50</b>
<b>Chrome</b>	<b>mg/l</b>	<b>0,1</b>
<b>Zinc</b>	<b>mg/l</b>	<b>02</b>
<b>Huiles et graisses</b>	<b>mg/l</b>	<b>20</b>
<b>Hydrocarbures</b>	<b>mg/l</b>	<b>10</b>
<b>Chlore actif</b>	<b>mg/l</b>	<b>01</b>
<b>Détergents</b>	<b>mg/l</b>	<b>02</b>



La moyenne de la DBO, DCO, MES, l'azote, phosphate, température et ph nous permet de confirmer sa conformité en vue de l'irrigation des 200 ha prévue.

**Tab N V.8.** Estimation du rendement d'épuration des affluents solides et liquides de la STEP de Frenda

	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Aout</b>
<b>Débit moyen Traité (m3/j)</b>	19354.27	18835.21	21121,77	21272.77	19704,07
<b>Charge en MES (Kg/j) à l'entrée STEP</b>	367,1	244.2	316,71	305.19	320,74
<b>Charge en MES (kg/j) à la sortie STEP</b>	9,24	16.2	14,74	24	16,68
<b>Charge de pollution éliminée MES</b>		<b>228</b>	<b>301.97</b>	<b>281.19</b>	<b>304.06</b>
<b>MES Rendements Épuratoires %</b>	<b>97.48</b>	<b>93.37</b>	<b>95.35</b>	<b>92.14</b>	<b>94.80</b>
<b>Charge en DBO5 (Kg/j) à l'entrée STEP</b>	120.1	188	280.28	296.12	
<b>Charge en DBO5 (kg/j) à la sortie STEP</b>	9.28	13.44	18.6	20	19.9
<b>DBO5 Charge de pollution éliminée</b>	<b>110.82</b>	<b>174.56</b>	<b>261.68</b>	<b>276.12</b>	<b>307.41</b>
<b>DBO5 Rendements Épuratoires %</b>	<b>92.27</b>	<b>92.85</b>	<b>93.36</b>	<b>93.25</b>	<b>93.92</b>
<b>Charge en DCO (Kg/j) à l'entrée STEP</b>	282.5	431.7	578.59	667.24	295.2

<b>Charge en DCO (kg/j) Charge sortie STEP</b>	91	107.9	134.56	129	104.81
<b>DCO Charge de pollution éliminée</b>	<b>191.5</b>	<b>323.8</b>	<b>444.03</b>	<b>538.24</b>	<b>579.82</b>
<b>DCO Rendements Épuratoires %</b>	<b>67.79</b>	<b>75.01</b>	<b>76.74</b>	<b>80.67</b>	<b>84.69</b>
<b>Charge en N-NH4 (kg/j) à l'entrée</b>	23,09	33.47	44,19	46.79	43,81
<b>Charge en N-NH4 (kg/j) à la sortie</b>	6,45	15.99	28,72	12.7	16,39
<b>Charge éliminée de l'N-NH4</b>	16.64	17.48	15.47	34.09	27.42
<b>Rendement épuratoire %</b>	72.07	52.23	35.01	72.86	62.59
<b>Charge en P total (kg/j) à l'entrée</b>	3.23	3.94	4.42	7.41	7.63
<b>Charge en P total (kg/j) à la sortie</b>	0.91	1.48	1.65	4.31	4.52
<b>Charge éliminée de P total</b>	2.32	2.46	2.77	3.1	3.11
<b>Rendement épuratoire %</b>	71.83	62.44	62.67	41.84	40.76

#### **IV.5.2- Caractérisation de l'effluent liquide et élimination simultanée de l'azote et du phosphore par valorisation agricole**

L'élimination, consiste à infiltrer et percoler les effluents de STEP à travers un sol cultivé (reproduire les systèmes naturels de l'épuration extensive par les macrophytes ou filtres plantés).

Les matières en suspension restantes seront arrêtées à la surface du massif filtrant, les micro-organismes seront éliminés par adsorption et biodégradation microbienne, les protozoaires et les helminthes seront retenus dès les premiers centimètres du sol. L'azote et le phosphore seront absorbés par les plantes.

#### **IV.5.3. Résultats d'affluents liquides de la STEP**

Les moyennes des valeurs des paramètres de pollution de l'effluent traité, ainsi que leurs abattements ont été suivis pendant une durée de 05 mois : avril, mai, juin, juillet, aout en fonction des périodes de hautes eaux et de basses eaux (**Tab N° V.5.1.1 Tab N V.5.1.2, Tab N V.5.1.3**)

Les résultats de la charge polluante obtenus dans les deux cas d'effluent sont représentés dans les tableaux ci-dessus montrent leurs aptitudes à la REUT en irrigation.

#### **IV.6. Caractéristiques physicochimiques de l'effluent solide (boues)**

La valorisation agricole des boues résiduaires requiert des dispositions particulières, à savoir, étudier leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques, ainsi que celles des sols récepteurs, aussi des mesures particulières doivent être prises au sujet des concentrations en métaux lourds qui limitent sévèrement leurs épandages agricoles car les temps de demie vie de ces éléments dans l'eau et dans les sols sont de l'ordre séculaires et même millénaires [34].

Dans le but d'assurer un épandage optimal des boues résiduaires urbaines en agriculture et de recycler les matières utilisables par les sols et les plantes, une attention particulière est portée pour les caractéristiques physico-chimiques de cette ressource. Pour cela, les analyses des paramètres de classification et des ions métalliques dans les boues résiduaires fraîches d'épuration de Frenda ont été effectuées durant les cinq mois et consignées dans les tableaux (**Tab N° V.5.1.1**) et (**Tab N V.5.1.2**).

#### IV.6.1. Les paramètres de qualités et classification des boues résiduaires urbaines

La caractérisation des paramètres de classification permet d'évaluer les nuisances olfactives dues à l'épandage des boues résiduaires.

Les résultats des analyses obtenus sont consignés dans le tableau N° IV.6.1.

**Tableau N° IV.9. Caractéristiques physico chimique moyenne de l'affluent pour cinq échantillons aléatoires solide comparé au fumier de ferme (une prise aléatoire/05 mois)**

paramètres	Boues	Fumier
Matière sèche (% masse)	7.84	6.79
Carbone (% MS)	90.20	50.13
Matière organique MO(% MS)	13.02	26
Azote( % MS)	23.20	1 à 3
C/N	13.10	6 à 30
Phosphore (% MS)	0.80	0.5 à 1
Potassium (%MS)	1.49	1 à 3

Nous avons comparé les résultats des boues au fumier de ferme utilisable par les fermiers et qui nous met devant une opportunité a fort intérêt d'utilisation pour l'amendement.

Le taux de présence des éléments nutritifs dans les boues de la STEP Est de la ville de Frenda rapporté dans le **Tableau N° IV.6.1** comparé au fumier de ferme met en évidence leurs potentiels fertilisants sur tous les aspects minéraux, organiques et en oligo-éléments ainsi que leurs aptitudes d'améliorer la stabilité structurale et la perméabilité du sol.

Les boues sont classées du point de vue de leur valeur agronomique en fonction des rapports suivants:

Les rapports Mv/Ms < 10 ;

Les rapports Mv/N = 22,92 ;

Les rapports C/N = 13.

Les valeurs des paramètres de ces boues, montrent que ces dernières se classent dans les boues minérales azotées. Leur épandage ne génère pas de nuisances olfactives vu leur caractère minéral et l'absence du risque de fermentation.

#### **IV.6.2. Les métaux lourds**

Dans le cas des éléments traces métalliques, il faut distinguer la part qui résulte de toutes les activités humaines (anthropogène) confondues (déchets domestiques, industriels, hôpitaux etc.), et la part de métaux dont la provenance est d'origine naturelle (géogène), qui constitue le fond pédogéochimique local, et provient de la dégradation des roches ou d'autres émissions.

Les métaux provenant d'apports anthropiques sont présents sous des formes chimiques assez réactives et entraînent de ce fait des risques supérieurs aux métaux d'origine naturelle qui sont le plus souvent immobilisés sous des formes relativement inertes.

La présence des métaux dans les boues résiduaires provient de la phase de séparation liquide-solide par décantation due à une rétention par adsorption sur la matière organique, à la formation de complexe insoluble entre cette dernière et la fraction minérale et à la précipitation d'hydroxydes métalliques.

Par conséquent, les teneurs des métaux dans les boues montrent toujours un niveau plus élevé que celui des eaux usées dont elles sont issues.

Dans le tableau sont consignées les concentrations moyennes en divers métaux lourds cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), sélénium (Se), nickel (Ni), plomb (Pb) et le zinc (Zn) contenus dans les boues résiduaires fraîches de la station d'épuration Est de la ville de Freneda pour l'année 2014 et pendant des périodes hydrauliques extrêmes.

#### **Tableau N° IV.10. Concentration en métaux lourds de la boue résiduaire fraîche de la station d'épuration**

Métaux lourds	Unités	Boues de la STEP Frenda fraîche
Candi Cd	Mg/kg de matière sèche	trace
Chrome Cr	//	33.30
Cuivre Cu	//	59.10
Mercure Hg	//	Trace non détectée
Nickel Ni	//	6.02
Plomb Pb	//	Trace non détectée
Sélénium Se	//	Trace non détectée
Zinc Zn	//	60.00

Ainsi, pour préserver les teneurs naturelles du sol en éléments traces métalliques lors de l'utilisation de boues en agriculture, des réglementations ont été mises en place et les valeurs limites dans les effluents solides et liquides sont consignées dans le Tableau N° **IV.6.2** et le tableau **IV.12**.

Cette manière de reconstituer le réservoir du sol en fertilisants et en éléments traces indispensables aux cultures, permet également d'améliorer les paramètres physiques du sol.

**Tableau V.11. : Limites recommandées en éléments traces dans les eaux épurées destinées à l'irrigation**

<b>Constituent</b>	<b>Valeur limite dans les boues (mg/Kg MS)</b>	<b>Valeur limite dans les sols (mg/Kg MS)</b>
<b>Cd</b>	<b>20</b>	<b>2</b>
<b>Cr</b>	<b>1000</b>	<b>150</b>
<b>Cu</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>
<b>Hg</b>	<b>10</b>	<b>1</b>
<b>Ni</b>	<b>200</b>	<b>50</b>
<b>Pb</b>	<b>800</b>	<b>100</b>
<b>Zn</b>	<b>3000</b>	<b>300</b>
<b>Cr+Cu+Ni+Zn</b>	<b>4000</b>	<b>-</b>

#### **IV.6.3. Etude de valorisation agricole de l'effluent solide (boues résiduaire)**

Il apparaît que les valeurs des concentrations en métaux lourds cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), sélénium (Se), nickel (Ni), plomb (Pb) et le zinc (Zn) déterminées dans les boues résiduaires fraîches de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, sont inférieures aux valeurs guides des tableaux N° **IV.6.2** et **IV.12**.

Leur épandage comme amendement organique ne présente donc aucune restriction quant à leur utilisation agricole ; de même les eaux dont elles sont issues peuvent être réutilisées dans l'irrigation, étant donné que les boues résiduaires des stations d'épuration contiennent naturellement des concentrations plus élevées en métaux lourds et en micropolluants que les eaux usées dont elles sont issues.

Les paramètres de classification des boues dont les valeurs des rapports sont :

- $Mv/Ms < 10$  ;
- $Mv/N = 22,92$  ;
- $C/N = 13$ .

Les classent dans la catégorie de boues minérales azotées qui ne présentent aucune contrainte ou nuisance pour un épandage agricole.

La valorisation agricole peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P.), pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique. Elle vise également à ménager les ressources naturelles et à éviter toute pollution et gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges qui nécessite des espaces de plus en plus importants.

Selon la dose appliquée, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en azote, en phosphore, en magnésium, calcium et en soufre ou peuvent aussi corriger des carences. Les éléments traces tels que le cuivre, le zinc, le chrome et le nickel présents dans les boues sont aussi indispensables au développement des végétaux et des animaux.

La concentration en matière organique dans les boues peut varier de 40 à 70%. Elle est constituée de matières particulaires éliminées par gravité dans les boues primaires, des lipides

(6 à 19 % de la matière organique), des polysaccharides, des protéines et des acides aminés (jusqu'à 33 % de la matière organique), de la lignine, ainsi que des produits de métabolisme et de biomasse microbienne résultant des traitements biologiques. Pour ces raisons la valorisation agricole demeure l'opération la plus pratique et la plus répandue dans de nombreux pays.

#### **V.4- discussions des résultats**

Pour une valorisation des effluents solides et liquides (REUT) en vue de l'irrigation des 200 ha à partir de la STEP de Freneda.

les résultats des analyses commentées par étapes démontre l'aspect positif du fonctionnement de la STEP et que le prétraitement se déroule suivant les normes( voir tab ), et que le dérailleur grossier reçoit une charge importante due à la nature des produits émises dans les égouts, le traitement biologique se déroule très normalement les étapes respectés suivant les normes voir tab et que les eaux usées ne sont pas chargées de médicament ou de produits de transformation laitiers , la décantation secondaire dans les bassins se fait normalement aussi et nous pensons qu'à l'horizon 2020 nous aurons besoins d'un surdimensionnement ou l'agrandissement de la STEP de Freneda, les analyses physicochimiques montre qu'ils sont formellement utilisable a l'irrigation suivant la réglementation en vigueur .

Le sol et les oueds des régions semi arides, ont été depuis toujours le réceptacle naturel de la pollution engendrée par l'activité humaine. Les techniques sophistiquées actuellement mises en œuvre dans les stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines du programme Algérien, ne constituent qu'une optimisation de l'auto épuration naturelle qui s'exerce dans ces deux milieux.

Parmi les procédés de traitements, les systèmes d'épuration par le sol ont été longuement étudiés en Algérie et réfléchi pour Freneda. Ils permettent notamment une élimination de l'ordre de 70 à 80 % de l'azote et du phosphore apportés.



L'irrigation est l'activité humaine qui consomme le plus d'eau. La réutilisation agricole des eaux épurées est l'un des moyens d'économiser les ressources naturelles conventionnelles. Dans le cas spécifique de l'irrigation, les bénéfices ne résident pas seulement dans la préservation du milieu et de la ressource, mais aussi dans la nature des eaux usées. En effet, elles contiennent des éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) ainsi que des oligoéléments (fer, cuivre, manganèse, zinc, etc.) qui sont bénéfiques pour les cultures, et qui peuvent augmenter significativement le rendement agricole à Frenda.

Les MES présentent dans ces eaux usées traitées, contribuent également à la fertilisation des sols car elles sont riches en matière organique. L'utilisation d'eaux usées à la place d'engrais de synthèse coûteux est économiquement intéressante pour les agriculteurs et écologiquement bénéfique pour les milieux récepteurs.

Dans ce contexte plusieurs expérimentations sont menées dans différentes régions d'Algérie pour promouvoir une réutilisation rationnelle et maîtrisée des eaux usées épurées particulièrement pour l'irrigation : Blida, Tizi-Ouzou, Oran.

Les différentes expérimentations menées ont été réalisées sur des systèmes d'épuration extensifs qui s'adaptent le mieux à notre contexte socio-économique et ont montré que la qualité des effluents épurés était conforme à la réglementation Algérienne en matière de réutilisation à des fins d'irrigation et que les produits obtenus étaient généralement de bonne qualité.

De plus, l'arrosage avec des eaux usées traitées constitue une sorte de fertilisation des terres irriguées de Frenda, c'est-à-dire l'application combinée d'eau et de fertilisants via le système d'irrigation. Ce procédé d'irrigation, permet un apport fractionné ou continu et à faible dose d'engrais organiques ; en cela elle est bénéfique pour l'environnement car elle évite la

pollution des sols, des nappes et les dépendances aux fertilisants minéraux, qui sont des phénomènes qui apparaissent avec une fertilisation classique.

Les bénéfices d'une réutilisation d'une eau usée traitée peuvent donc être multiples : au niveau économique, en plus d'une préservation quantitative de la ressource hydrique naturelle, les agriculteurs font des économies d'engrais ; au niveau écologique, en plus de la diminution des rejets d'eaux usées dans les milieux naturels, la pollution agricole par les engrais chimiques diminue, mais il faut faire attention à ne pas apporter ces éléments fertilisants en excès.

Il y a en effet un triple risque : un risque sanitaire : les MES protègent les micro-organismes de beaucoup de traitements, comme les traitements au chlore ou aux ultraviolets. Il existe donc une compétition entre l'élimination des micro-organismes et la préservation de MES en vue d'une utilisation agricole. Le maintien d'une concentration importante en matière organique dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes ; un risque technique : si les MES sont importantes, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et systèmes d'irrigation localisée.

Un risque environnemental : il est possible que les éléments (azote et phosphore) soient apportés en excès. Dans ce cas, il y a un risque de pollution des sources et des nappes phréatiques avoisinantes.

Les taux en éléments nutritifs (nitrate essentiellement) et la salinité de l'eau utilisée (cause de la dégradation des sols) sont de première importance. Il faut donc trouver le bon équilibre entre le niveau de traitement, les besoins des cultures et la nature du sol ; la liste de la culture proposée à l'irrigation et le contexte législatif et technico administratif est proposée en annexe 1.

## **V.5.Conclusion**

L'utilisation d'eaux épurées pour l'irrigation assurant un débit supérieur à 150 l/s respectant les normes algérienne des eaux traitées et acceptable pour l'irrigation doit donc se

faire avec précaution et technicité, Les perspectives les plus importantes restent la réalisation et la généralisation des projets intégrés d'épuration et de réutilisation à grande nature et à l'échelle national surtout dans les zones semi-arides avec la mise en place des mesures d'accompagnement garantissant la pérennisation du fonctionnement des installations et la viabilisation des projet d'irrigation des périmètres agricoles ( tableau des cultures en annexe 1.).

# Conclusion générale



## ***Conclusion générale***

Bien que ce travail ait été réalisé dans le Laboratoire de la STEP de Frenda, dont des conditions plus ou moins constantes tout au long des essais ainsi qu'une partie de l'analyse a été réalisée par des laboratoires renommés nationaux, on a jugé utile d'élaborer un travail en bloc aléatoire complet en observant les moyennes des analyses des prises journalières et en considérant des moyennes simples mensuelles des mois de : avril, mai, juin, juillet, août dans le seul but de vérifier que les eaux usées de Frenda et par les affluents liquides et solides à l'entrée et à la sortie de la STEP de Frenda en vue de leur utilisation à l'irrigation.

En 2014, la population est estimée à 72390 habitants avec un taux d'accroissement de 2,66%, 39 établissements de formation, 60 établissements de santé, 01 abattoir, 12 établissements sportifs, 03 établissements industriels et plus de 270 commerces, la STEP de Frenda cumule une moyenne de 500 kg/j de matière sèche traitée qui peut être une source d'amendement agricole par les boues résiduaires de bonne qualité et par un débit fourni à la sortie de la STEP qui varie de 125.56 l/s en mai à 141.82 l/s en juillet, capable de fournir plus de 0.5 l/s/ha et avec les techniques d'irrigation d'aspersion et de goutte à goutte est capable d'irriguer une surface de 200ha de cultures choisies.

Les résultats obtenus tout au long de ce travail comparativement aux normes nationales, nous permettent d'affirmer que les affluents liquides et solides à la sortie de la STEP de Frenda ; l'eau épurée et les boues résiduaires de la station d'épuration peuvent être valorisées en agriculture, leurs caractéristiques physico-chimiques leur acquièrent un potentiel d'utilisation.

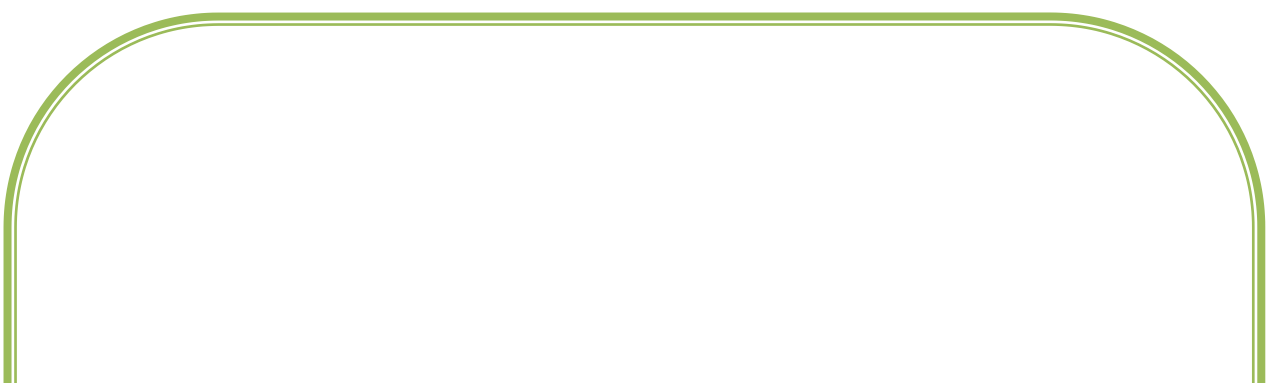
Il est à retenir que chaque station d'épuration est un cas particulier, dont l'étude approfondie des éléments qui la compose et ses composantes socioéconomiques et économiques est indispensable.

Enfin et d'après les résultats obtenus et calculés, on peut dire que le débit de l'eau à la sortie sur le plan quantitatif et qualitatif est capable d'irriguer largement 200 ha à l'horizon 2014-2020 et que la proposition d'une augmentation de la capacité de la STEP par la réalisation d'une extension pourra subvenir à l'irrigation de 400 ha à l'horizon 2020-2035 et plus 600 ha à partir de l'année 2035 toute en prévoyant des installations spéciales pour une

industrie souvent désirée pour des besoins économiques de la région de Freneda. La réglementation algérienne concerne les eaux usées épurées réutilisées en irrigation est respecté avec un contrôle sérieux sur le plan biologique, leurs contenances de métaux lourds ainsi que les produits dangereux qui peuvent causer des dégâts considérables à la moindre erreur,

Il résulte de ce qui précède que la réutilisation des eaux traitées améliore la situation agricole déficitaire en eau notamment dans la zone semi-aride et aride par des nouvelles solutions propres capable d'atténuer la crise. Les eaux usées traitées représentent une alternative prometteuse qui n'est pas seulement disponible en permanence mais qui l'est aussi de plus en plus avec l'expansion des villes, chef-lieu de daïra et des communes l'essor du tourisme et de l'industrie est dans le développement de l'agriculture au périphérique des villes algérienne dont la plupart été conçus dans le contexte ville agricole , l'agriculture au périphérie de la ville doit bénéficier de la ville et de ses activités, la réutilisation des eaux usées est une technique qui offre une valorisation supplémentaire des ressources en eau tout en protégeant l'environnement des villes existantes comme la commune de Freneda.

La réutilisation des eaux usées épurées de la commune de Freneda assure un développement durable des petites communautés en Algérie, la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation , outre leur impact écologique, constituent une opportunité voir une alternative, à la fois, pour développer la mise en valeur des terres notamment dans les régions déficitaires des hautes plaines ainsi que la zones steppique a climat semi-aride et pour recharger artificiellement les nappes en situation de surexploitation, notamment les nappes côtières connaissant une salinisation.



## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Le décret exécutif Algérien n°93-160 du 10 juillet 1993, réglementant les rejets d'effluents liquides industriels.
- [2] GAID.A 1984 Epuración biologique des eaux usées urbaines : Tome 1, OPU Alger.
- [3] Vigouroux. D, 2013 « cours d'épuration des eaux résiduaires. » I .G.R.E.F. France.
- [4] Monchy. H, 1978 "Mémento d'assainissement"Ed. EYROLLES, Paris
- [5] BECHAC. J.P, BOUTIN. P, MERCIER. B, NUER. P. 1984, Traitement des eaux usées, édition Eyrolles, Paris.
- [6] SATIN Marc, SELMI Béchir.2006, Guide technique de l'assainissement ,03<sup>ème</sup> édition du moniteur, Paris.
- [7] Degrémont 1995, Mémento technique de l'eau : Tome 2 ; 10<sup>ème</sup> édition, paris.
- [8] Eaux usées et assainissement 2002. Les traitements ADAPTES-CCI TROYES.
- [9] Prosim Dia. 2009, Technique et économie de l'épuration des eaux résiduaires Publication de bulletin seine. Normandie.
- [10] Valiron. F 1992, Maîtrise de la pollution urbaine, Edition technique et documentation, Lavoisier, France.
- [11] Bouzianu. M. 2000 .L'eau de la pénurie aux malades. Edition IBN-Khaldoun, Alger
- [12] Gaujous D.1995, La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Edition technique et documentation, Lavoisier, France.
- [13] Metcalf and Eddy.2009, Inc., Collection, Treatment, Disposal, "Wastewater Engineering," (New York:McGraw-Hill).
- [14] Document technique de la Direction De l'Hydraulique De La wilaya De TIARET (DHWT)
- [15] Régis bourrier.1997, Les réseaux d'assainissement, 04<sup>ème</sup> éd technique et documentation, paris
- [16] Techniques et économie de l'épuration des eaux résiduaires 1971: Etude de la société DIA PROSIM Cahier technique N°1, SEIN NONMANDE.
- [17] Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. 1985: W.W. ECHENFELDR, Technique et documentation Paris
- [18] Procèdes extensifs d'épuration des eaux usées, guide de la commission européenne, mise en œuvre de la directive du conseil, n°91/271 de 21 mai 1991
- [19] Pollution et traitement des eaux 1974, Centre Nationale de laboratoire de l'Hydraulique, Document N°4.
- [20] Rodier Jean.2013, l'analyse de l'eau, eaux résiduaires, 8<sup>ème</sup> Edition, Paris.
- [21] (Fresenius.W, Schneider.W, (Institut Fresenius (Allemagne)), Technologie des eaux résiduaires (Production, Collecte, Traitement et Analyse des eaux résiduaires), Chapitre 25, Troisième partie).
- [22] Document technique de la Direction de la planification et de l'aménagement du territoire (DPAT)
- [23] Document technique de la Plan Directeur d'Aménagement Urbain (PDAU)
- [24] Document technique de L'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH-2013)
- [25] Document technique de l'Algérienne Des Eaux (ADE-2014)
- [26] Tabasaran. O. 2013, Cours d'assainissement urbain, OPU Alger
- [27] - C. Aboubaker. Impacts of phosphate discharges concentrating on the distribution of metals heavy soil-plant interface in the region Métaoui. DEA, FST. (2003) p85.
- [28] - O. Algan, N. Balkis, M. Namikcagatay et E. Sari, E., 2004. The sources of metal contents



- in the shelf sediments from the Marmara sea, J. Turkey. Environ. Geol. 46 (2004) 932-950.
- [29] - V. Colandini. Effets des structures réservoirs à revêtement poreux sur les eaux pluviales: Qualité des eaux et devenir des métaux lourds. Thèse de doctorat, Université de Pau et des pays de l'Adour. (1997) 15, 16, 21, 29, 34, 36, 74, 75, 80, 81, 164, 165, 170, 237, 241-243. 84- ISO 11466, 1995. Qualité du sol. Extraction des éléments en traces solubles dans l'eau régale (1995).
- [30] - A. Lebourg, T. Sterckeman, H. Cieselski et al. Intérêt de différent réactif d'extraction chimique pour l'évaluation de la biodisponibilité des métaux en traces du sol Agromie. 16 (1996) 201-215.
- [31] - Afnor. NF X31-147. Qualité des sols-Sols-sédiments-Mise en solution totale par attaque acide. Paris, France. (1996b) p19.
- [32] - A. Bermond, 1999. Caractérisation chimique de la spéciation des métaux traces dans le sol. In Club CRIN Environnement et Ministère de l'Environnement (Ed.), Spéciation des métaux dans les sols. Paris, France: ERIN. (2013) p73-95.
- [33] - W. P. Miller, D. C. Martens, L. W. Zelazny. Effect of sequence in extraction of trace metals from soils, J. Am. Soil. Sci. Soc. 50 (1986) 598-601.
- [34] - A. Tessier, P.G.C. Campbell, M. Bisson. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate traces metals, J. Anal. Chem. 51 (7) (1979) 844-51.
- [35] Seguret.F.M.(1998). Etude de l'hydrodynamique des procédés de traitement des eaux usées a biomasse fixée . Application aux lits bactériens et aux bio filtre. Université Bordeaux I.N °1922. p 144.
- [36] GRNC (2002). Risques pour la santé. Évaluation des risques associés aux rejets chimiques des installations nucléaires du Nord-Cotentin. Annexe 5, volume 2 du rapport de mission du Groupe Radioécologique Nord Cotentin, IRSN, Paris, 32p
- [38] Seguret.F.M.(1998). Etude de l'hydrodynamique des procédés de traitement des eaux usées a biomasse fixée . Application aux lits bactériens et aux biofiltre. Université BordeauxI. N °1922. p 144.
- [40] Bandpi. M.A, Elliott. D.J. (1996). Nitrate removal from groundwater using an anoxic-aerobic rotating biological contactor, Water SciTechnol 34 (1-2), pp. 323-330.
- [41] Canler J.P., Durand C., Perret J.M. (1996) Efficacité des biofiltres vis-à-vis de l'azote ,Colloque Traitement de l'Azote , Cemagref, Lyon, Pollutec 96, p.39-52Frarès .N. B,
- [42] Taha .S and Dorange .G.(2005). Influence of the operating conditions on the elimination of zinc ions by nanofiltration. Désalination, 185(1-3): p. 245-253. Liu, Y.-J. et al. (2006). Separation of gasoline vapor from nitrogen by hollow fiber composite membranes for VOC emission control, Journal of Membrane Science, 271 (1-2), 114-124

- [43] Liu, Y.-J. et al. (2006). Separation of gasoline vapor from nitrogen by hollow fiber composite membranes for VOC emission control, *Journal of Membrane Science*, 271 (1-2), 114-124
- [44] OMS. (2014). *Organisation mondiale de la santé. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Recommandations. 2e édition*, Geneve.
- [45] Allen, H.E. ; Hansen, D.J. (2013). The importance of trace metal speciation to water quality criteria. *Water Environment Research*, 68, 42-54.
- [46] Mary B., N. Beaudoin, E. Justes, J.M. Machet, 1999. Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. *European Journal of Soil Science*, 50:549-566.
- [47] Michelin J., 1996. Synthèse sur 8 années d'expérimentation sur la valorisation agricole des boues liquides. Valeur fertilisante des boues d'épuration urbaines, Paris, ADEME.
- [48] Anderson, M.C. ; Malotky, D.T. (2013). The adsorption of protolyzable anions on hydrous oxides at the isoelectric pH. *J. Colloid Interface Sci.* 72, 413-427. Curti, E. (1999). Coprecipitation of radionuclides with calcite : estimation of partition coefficients based on a review of laboratory investigations and geochemical data. *Applied Geochemistry*, 14, 433-445.
- [49] Glynn, P.D. ; Reardon, E.J. ; Plummer, L.N. ; Busenberg, E. (2013). Reaction paths and equilibrium end-points in solid solution aqueous-solution systems : *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54, 267-282.
- [1] Kim, S.D. ; Ma, H. ; Allen, H.E. ; Cha, D.K. (2013). Influence of dissolved organic matter on the toxicity of copper to *Ceriodaphnia dubia* : Effect of complexation kinetics. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11, 2433-2437.
- [50] Oscarson, D.W. ; Huang, P.M. ; Defosse, C. ; Herbillon, A. (2012). The oxidative power of Mn (IV) and Fe(III) oxides with respect to As(III) in terrestrial and aquatic environments. *Nature*, 291, 50-51.
- [51] Rogers, R.D. (2014). Methylation of mercury in agricultural soils. *J. Environ. Qual.*, 5, 454-458. Zheng, C. ; Bennett, G. (1995). *Applied Contaminant Transport Modeling : Theory and Practice*, Van Nostrand Reinhold.
- [52] Welch, A.H. ; Lico, M.S. (2013). Factors controlling As and U in shallow ground water, southern Carson Desert, Nevada. *Applied Geochemistry*, 13, (4), 521-539.
- [53] AGID, 2001.- Bilan annuel des campagnes d'irrigation des périmètres irrigués. Direction de la gestion et de l'exploitation. El Marsa, Alger, septembre, 40 p.
- [54] ANRH, 2003. Plan National de l'Eau.
- [55] CHABACA M.N., 2004. L'irrigation gravitaire par micros raies en Algérie. Propositions pour une amélioration de la pratique ou une modernisation de la technique. Quelles alternatives ? Actes du séminaire : Modernisation de l'agriculture irriguée. Rabat, avril 2004. Projet INCO- WADEMED.
- [56] CHABACA M.N., 2007. Analyse des paramètres d'efficacité de l'irrigation gravitaire traditionnelle en Algérie. Optimisation de la pratique d'irrigation par une modélisation simplifiée à l'échelle de la parcelle et propositions de pilotage. Thèse de Doctorat d'Etat, INA Alger, 354 p.

- [57] IMACHE A., 2004. Caractéristiques socioéconomiques de la gestion de l'eau d'irrigation dans la Mitidja ouest. DEA, Montpellier, 61 p.
- [58] KESSIRA A., 2007.-Situation actuelle de l'irrigation en Algérie. Dossier « Ressources en eau » Ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR). Direction du développement agricole dans les zones arides et semi arides (DDAZASA). Alger, 34 p.
- [59] Loi n° 87-19. Loi n° 87-19 du 8 décembre 1987 déterminant le mode d'exploitation des terres agricoles du domaine national et fixant les droits et obligation des producteurs. JORA, p. 1253-1257.
- [60] RGA, 2003. Rapport général sur les résultats définitifs du recensement général de l'agriculture. DSASI, MADR, juin 2003, Alger, 127 p.

---

### **SITOGRAFIE**

- [a] [www.europelec.com](http://www.europelec.com)
- [b] [www.eau.seine-et-marne.fr](http://www.eau.seine-et-marne.fr)
- [c] [www.oieau.fr](http://www.oieau.fr)
- [d] [www.eau.public.lu](http://www.eau.public.lu)
- [e] [www. Techno-science.net](http://www.Techno-science.net).
- [f] [www.gedofr/fiche con seuil/trait eau/trait physico.htm](http://www.gedofr/fiche_con_seuil/trait_eau/trait_physico.htm).

# Annexes

---



## ***I . Faisabilité de la REUT de la STEP de Frenda pour l'irrigation***

### ***I.1 Le concept dans le cadre socioéconomique et politique national***

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale.

Le réseau national d'assainissement totalise un linéaire de 27000 kilomètres. Le taux de recouvrement est, hors population éparsée, de 85%. Le volume global d'eaux usées rejetées annuellement est évalué à près de 600 millions de m<sup>3</sup>, dont 550 pour les seules agglomérations du nord. Ce chiffre passerait à près de 1150 millions de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020.

La réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation doit concerner en priorité les zones déficitaires en eau conventionnelle. Parmi les stations d'épuration exploitées par l'ONA (Office nationale d'assainissement) à travers les 43 wilayas (Départements), quelques-unes sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture. A fin 2011, le volume réutilisé est estimé à 17 millions de m<sup>3</sup>/an, afin d'irriguer plus de 10 000 hectares de superficie agricoles (MRE, 2012).

Le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles évoluera d'une manière significative d'environ 17 millions de m<sup>3</sup>

en 2011 à environ 200 millions de m<sup>3</sup>, en 2014, et le nombre de stations concernées sera de 25 stations d'épurations à l'horizon 2014 (MRE, 2012). Les stations d'épurations gérées par l'ONA concernées par les projets de réutilisation des eaux usées épurées en cours d'étude ou de réalisation, sont au nombre de 12, pour l'irrigation de plus de 8 000 hectares de terres agricoles (MRE, 2012).

Un plan d'action entre ONA et ONID (Office national d'irrigation et de drainage) est en cours d'étude, pour définir les possibilités réelles d'une éventuelle réutilisation des eaux usées épurées des stations d'épurations exploitées par l'ONA pour l'irrigation des grands périmètres d'irrigation (GPI) gérés par l'ONID au niveau des cinq (05) bassins hydrographiques à l'échelle nationale (MRE, 2012).

Afin de concrétiser les projets futurs de réutilisation des eaux usées épurées et afin de maîtriser les techniques utilisées dans le monde, une étude générale sur la réutilisation des eaux usées épurées a été menée et a permis d'établir un schéma directeur de réutilisation des eaux usées à des fins agricoles et autres et de définir les volumes et les paramètres de cette réutilisation. L'étude a inclus également la préparation d'un cadre réglementaire définissant les normes de réutilisation des eaux usées épurées.

En matière de réglementation, la loi n°05-12 du 04 août 2005, relative à l'eau, a institué, la concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation et ses modalités. Par

ailleurs, des textes d'application de cette loi relatifs aux espèces à cultiver<sup>1</sup>, aux normes d'utilisation et aux laboratoires de contrôle qui permettent la réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation, ont été adoptés.

Grâce aux investissements mis en œuvre depuis une décennie, sur un volume total de 750 millions de m<sup>3</sup> de rejets par an, le volume d'eaux usées épurées mis à la disposition de l'agriculture a atteint 600 millions de m<sup>3</sup> en 2010 et sera multiplié par 2, d'ici 2014 avec les nouvelles stations d'épuration en cours de réalisation. De plus, un cadre juridique permettant de développer la réutilisation des eaux usées épurées a été mis en place, incluant les procédures de contrôle requises.

L'Algérie a inscrit dans son programme d'actions 2010-2014 la problématique de l'économie de l'eau, comme l'un des facteurs pouvant contribuer à atteindre l'objectif de sécurité alimentaire, et ce, par le développement des systèmes économiseurs d'eau.

### **LES PARTENAIRES PUBLIQUES**

Les services de l'hydraulique de la wilaya sont tenus de mettre en place un dispositif de suivi et de contrôle de la qualité des eaux usées épurées destinées à l'irrigation et l'évolution de la qualité de l'eau de la nappe souterraine. Les services de la santé de la wilaya doivent assurer un contrôle régulier de la santé du personnel affecté à l'irrigation avec les eaux usées épurées. Les services du commerce de la wilaya doivent assurer un contrôle biologique et physico-chimique des produits agricoles irrigués avec les eaux usées épurées.

### **DISPOSITIONS FINANCIERES**

Le concessionnaire est tenu de régler les redevances fixées par la loi de finances, dues en raison de l'usage du domaine public hydraulique. Les tarifs applicables pour la fourniture d'eau usée épurée à usage agricole sont fixés conformément à la réglementation en vigueur.

### **ASPECT ENVIRONNEMENTAL**

L'assainissement des agglomérations vise à assurer l'évacuation rapide et sans stagnation des eaux usées domestiques et industrielles susceptibles de donner naissance à des nuisances et des eaux pluviales susceptibles de submerger des lieux habités et ce, dans des conditions compatibles avec les exigences de santé publique et d'environnement.

### **ANALYSE DE L'ASPECT INSTITUTIONNEL ET LEGISLATIF**

Un projet d'élaboration de normes algériennes et d'un guide technique pour les bonnes pratiques de la réutilisation des eaux usées pour des fins agricoles est en cours d'approbation par l'Institut Algérien de Normalisation (IANOR). La réutilisation des eaux usées sollicite une coordination étroite entre les différentes structures impliquées dans les opérations de réutilisation à tous les niveaux (Ministère des ressources d'eau MRE, 2012).

### **ASPECT LEGISLATIF**

Le décret exécutif n° 07-149 de 20 mai 2007 publié dans le Journal Officiel de

---

<sup>1</sup> RAPPORT NATIONAL RAPPORT NATIONAL DE L'ALGERIE 19<sup>ème</sup> ème session de la Commission du Développement Durable des Nations Unies (CDD-19)

la République Algérienne n° 35, 23 mai 2007, fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession ainsi que le cahier des charges-type y afférent (journal officiel JO, 2007). Ce décret règle tous les processus d'utilisation des eaux usées épurées par les stations d'épurations, par une demande adressée par un concessionnaire au Wali (premier responsable de la Wilaya ou département) de la région, cette demande comporte une convention avec la station d'épuration qui fournit les eaux usées épurées.

Le contrôle technique, la gestion des périmètres irrigués et le contrôle sanitaire ainsi que la qualité de l'eau épurée et des produits agricoles est assurée par les directions territoriales de chaque wilaya sous tutelle de différents ministères : ressources en eau, agriculture, santé, environnement et commerce (Figure 1).

#### **LISTE DES CULTURES AUTORISEES**

Une autre réglementation a été mise en œuvre, c'est l'arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. Ce texte est promulgué par les ministres chargés des ressources en eau, de l'agriculture et de la santé. Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée (Tab 1).

#### **ASPECT INSTITUTIONNEL**

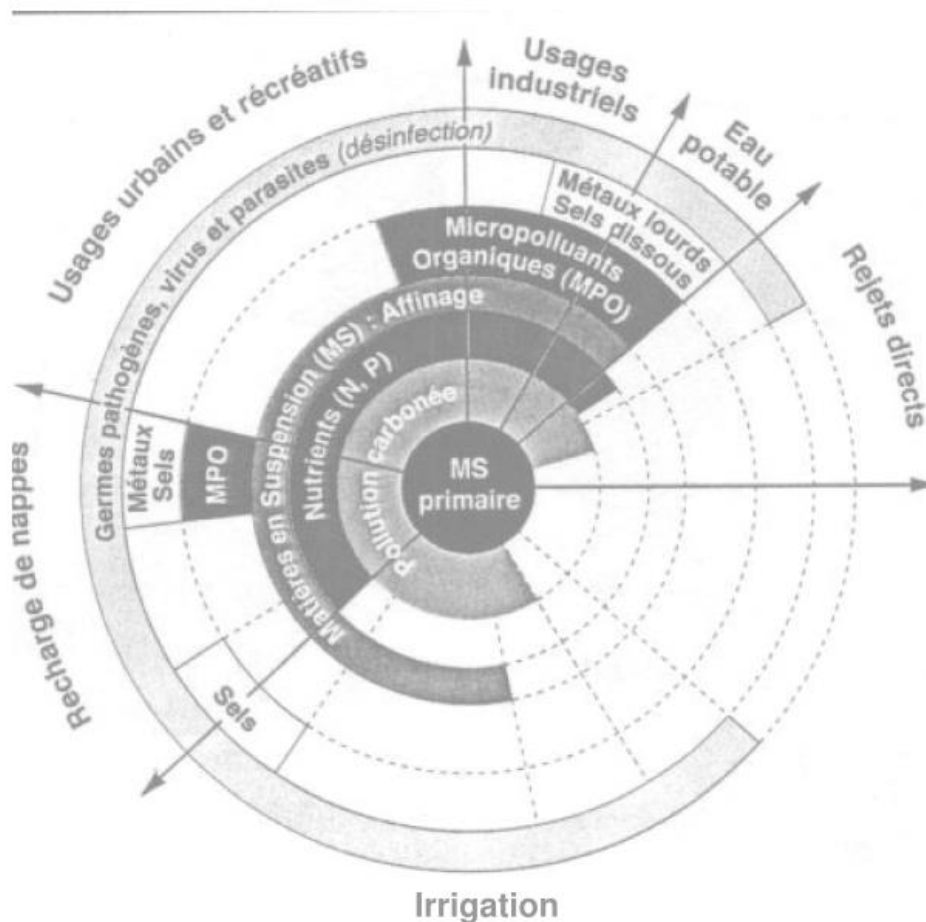
Lors de la mise en œuvre de la concession, les dispositions nécessaires doivent être prises par les différents intervenants, chacun en ce qui le concerne, de façon à prévenir les risques de contamination des eaux de la nappe souterraine et prévenir les risques de contamination des produits agricoles .

**Tableau 1 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.**

<b>Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées</b>	<b>Liste des cultures</b>
<b>Arbres fruitiers (*)</b>	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nèfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
<b>Agrumes</b>	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
<b>Cultures fourragères (**)</b>	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
<b>Culture industrielles</b>	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
<b>Cultures céréalières</b>	Blé, orge, triticales et avoine.
<b>Cultures de production de semences</b>	Pomme de terre, haricot et petit pois.
<b>Arbustes fourragers</b>	Acacia et atriplex.
<b>Plantes florales à sécher ou à usage industriel</b>	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

Figure1:Les acteurs de la filière de réutilisation des eaux usées en Algérie.





source : Ecosse (2001)

Figure IV-1 : « Cercle de l'épuration » en réutilisation des eaux

### Cultures marichères proposées dans le cadre agroforestiers

L'eau épurée de frenda est sans risque avancé elle est du type c applicable pour les vegetaux consommable crues

Types de cultures	Mode d'irrigation	Contrainte Sanitaire	Exigences techniques et restrictions
<b>Cultures maraichères consommées cuites</b>	Irrigation à la raie	B	Applications intéressantes, comme la culture de pommes de terre
	Irrigation par aspersion	B	Arrosage interdit à moins de 100 m minimum des habitations, des zones de sport et de loisirs, avec mise en place d'écran limitant la propagation d'aérosols
	Irrigation par aspersion	A	100 m minimum des habitations, zones de sports et de loisirs
<b>Cultures maraichères consommées crues</b>	Irrigation à la raie, gravitaire	A	Arrosage de tout légume possible. Aspersion des légumes consommés crus pas permise. Il faut les irriguer à la raie, ou avec des systèmes qui empêchent le contact direct de l'eau et des parties consommables

N.B : pour une eau de type C, l'arrosage de cultures maraichères destinées à être consommées crues ou cuites n'est pas recommandé, même avec des systèmes d'arrosage souterrains, localisés ou tout autre moyen permettant de rompre la chaîne de transmission des risques hydriques (paillage plastique, cultures palissées ou sur treillage, ...). On ne peut parler à cet égard d'interdiction mais cette possibilité n'est pas mentionnée dans le texte de recommandations.

### Les vergers proposés dans le cadre agroforestier

<i>Types de cultures</i>	<i>Mode d'irrigation</i>	<i>Contrainte Sanitaire</i>	<i>Exigences techniques et restrictions</i>
<b>Vergers</b>	Irrigation souterraine-localisée	C	Décantation préalable des effluents
	Irrigation à la raie	B	Décantation préalable des effluents + ajouter des précautions relatives au ramassage des fruits tombés au sol
	Irrigation par aspersion	A	Sans mouillage des fruits
<b>N.B</b> : l'arrosage des vergers peut constituer une application très attractive de la réutilisation des eaux usées traitées. L'irrigation localisée paraît être, dans ce cas, une excellente solution, dès lors que les problèmes posés par les risques de colmatage ont été résolus.			

**Les forêts irrigables céréalière , industrielles, fourragères , pépinière dans le cadre agroforestier**

<i>Types de cultures</i>	<i>Mode d'irrigation</i>	<i>Contrainte Sanitaire</i>	<i>Exigences techniques et restrictions</i>
<b>Cultures céréalières, industrielles, fourragères, pépinières</b>	Irrigation souterraine-localisée	C	Traitement préalable des effluents
	Irrigation à la raie, localisée, souterraine	B	
	Irrigation par aspersion	B	100 m minimum des habitations, zones de sports et de loisirs, avec mise en place d'écran limitant la propagation d'aérosols
	Irrigation à la raie, localisée, souterraine	A	
	Irrigation par aspersion	A	100 m au minimum des habitations, zones de sports et de loisirs

**Toute les essences porrestieres de la region sont utilisable et irrigable dans le cadre agroforestier**

<i>Types de cultures</i>	<i>Mode d'irrigation</i>	<i>Contrainte Sanitaire</i>	<i>Exigences techniques et restrictions</i>
<b>Forêts</b>	Irrigation souterraine-localisée	C	Traitement préalable des effluents
	Tous types sauf aspersion	B	
	Irrigation par aspersion	B	100 m minimum des habitations, zones de sports et de loisirs, avec mise en place d'écran limitant la propagation d'aérosols
	Tous types sauf aspersion	A	
	Irrigation par aspersion	A	100 m au minimum des habitations, zones de sports et de loisirs

**Les prairies sont aussi irrigables dans un contexte agroforestier.**

<i>Types de cultures</i>	<i>Mode d'irrigation</i>	<i>Contrainte Sanitaire</i>	<i>Exigences techniques et restrictions</i>
<b>Prairies</b>	Irrigation par aspersion	B	100 m minimum des habitations, zones de sports et de loisirs, avec mise en place d'écran limitant la propagation d'aérosols ; convient mieux aux cultures céréalières et fourragères qui supportent les restrictions imposées par la prévention des risques sanitaires liés à la dissémination des aérosols
	Irrigation par aspersion	A	100 m au minimum des habitations, zones de sports et de loisirs

**Utilisation des eaux de la STEP dans le contexte espace vert de la ville de Freneda .**

<i>Types de cultures</i>	<i>Mode d'irrigation</i>	<i>Contrainte Sanitaire</i>	<i>Exigences techniques et restrictions</i>
<b>Espaces verts non ouverts au public</b>	Irrigation souterraine-localisée	C	Décantation préalable des effluents
	Irrigation souterraine-localisée	B	100 m minimum des habitations, des zones de sport et de loisirs, avec mise en place d'écran limitant la propagation d'aérosols. Le délai de plusieurs semaines à respecter entre l'arrosage et l'utilisation de terrains de sport interdit pratiquement cette application.
	Irrigation par aspersion	B	100 m minimum des habitations, zones de sports et de loisirs
<b>Espaces verts ouverts au public</b>	Irrigation par aspersion	A	Irrigation en dehors des heures d'ouverture au public, asperseurs de faible portée. 100 m minimum des habitations, zones de sport et de loisirs. L'aspersion des espaces ouverts au public ne peut intervenir qu'en dehors des heures de présence du public.
	Autres que l'aspersion	A	

**N.B** : les deux dernières restrictions limitent assez sérieusement la possibilité de réutiliser les eaux usées traitées pour l'arrosage des espaces verts ouverts au public. Ceux-ci sont en effet souvent proches des habitations et constitués en grande partie de pelouses arrosées par aspersion. De plus, ils ne sont généralement pas clôturés et leur accès n'est pas nécessairement réglementé. A titre d'exemple, il n'est pas envisageable d'arroser les pelouses des stations méditerranéennes de bord de mer. Cette remarque vaut aussi pour les golfs autour desquels des lotissements sont installés.

## Résumé

En 2014, la population de Frenda est estimée à 72390 habitants avec un taux d'accroissement de 2,66% ,39 établissements de formation, 60 établissements de santé, 01 abattoir, 12 établissements sportives, 03 établissements industriels et plus de 270 commerces, la STEP de Frenda cumule une Moyenne de 500 kg/j de matière sèche traitée qui peut être une source d'amendement agricole par les boues résiduaires (de bonne qualité) et par un débit (respectant les normes Algériennes physicochimiques pour l'utilisation à l'irrigation), fourni à la sortie de la STEP qui varie de 125.56 l/s en mai à 141.82 l/s en juillet , capable de fournir plus de 0.5 l/s/ha et avec les techniques d'irrigation d'aspersion et de goutte à goutte ,il peut irriguer une surface de 200ha de cultures choisies.

**Mots clés:** La réutilisation des eaux usées, épurées, caractéristiques physicochimiques, effluents solides et liquides, irrigation, semi-aride, commune de Frenda wilaya de Tiaret.

### Summary

In 2014, the population of Frenda is estimated at 72,390 habitants with a growth rate of 2.66%, 39 training establishments, 60 health establishments, 01 slaughterhouse, 12 sports establishments, 03 industrial establishments and more than 270 shops, the Frenda sewage treatment plant has an average of 500 kg / day of treated dry matter that can be a source of agricultural amendment by residual sludge (of good quality) and by a flow rate (respecting Algerian standards). physicochemical for use in irrigation), supplied at the outlet of the WWTP which varies from 125.56 l / s in May to 141.82 l / s in July, capable of providing more than 0.5 l / s / ha and with the techniques irrigation sprinkler and drip, it can irrigated a surface of 200ha of selected crops.

**Key words:** Reuse of wastewater, purified, physicochemical characteristics, solid and liquid tributaries, irrigation, semi-arid, commune of Frenda wilaya de Tiaret.

### ملخص

في عام 2014، ويقدر عدد سكان بلدية فرندة في 72390 نسمة بمعدل نمو 2.66٪، 39 مؤسسة تعليمية و 60 مرفقا صحيا، 01 مسلخ، 12 مرفقا رياضيا، 03 منشآت صناعية وأكثر من 270 محل تجاري، محطة لتنقية مياه الصرف الصحي هي الفئة المتوسطة بركام متوسط 500 كجم / يوم من المواد الصلبة، المعالجة التي يمكن أن تكون أحد مصادر السقي الزراعي بمعدل تدفق (وفق معايير الجزائرية تستخدم في منفذ محطة معالجة مياه الصرف الصحي التي تتفاوت من 125.56 لتر / ثانية وفي شهري مايو و يوليو إلى 141.82 لتر / ثانية ، وقادرة على توفير أكثر من 5.0 لتر / ثانية / هكتار الكافية بتقنيات الري بالرش والتنقيط ، يمكن أن تروي سطح 200 ha من المحاصيل المختارة.

الكلمات المفتاحية : إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، مياه صالحة للري، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، والروافد الصلبة والسائلة، الري ببلدة شبه جافة، بلدية فرندة ولاية تيارت.