

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche**  
**Scientifique**



**Université de Ghardaïa**



**Faculté des Sciences et Technologie**  
**Département des Sciences et Technologie**

**Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**LICENCE**

**Domaine : Science et Technologie**

**Filière : hydraulique**

**Spécialité : Sciences de l'eau et de l'environnement**

**THEME:**

***Etude technique de la station  
d'épuration par lagunage de la ville  
El-Atteuf W.Ghardaïa***

**Fait PAR :**

**Bennacer Dahmane & Bouhoune Nassreddine & Aissa Abdallah**

**Jury:**

**Mme: Z.baba amer**

**Maitre conférence A**

**Encadreur**

**M<sup>r</sup>: lotfi benadda**

**Maitre Assistant A**

**Examineur**

**ANNEE UNIVERSITAIRE: 2014/2015**

*Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A mes chers parents ma mère et mon père pour leur patience leur  
amour leur soutien et leur encouragement*

*A mes sœurs et frères et toute ma famille*

*A mes amis et mes camarades*

*A tous mes professeurs que ce soit du primaire du moyen du  
secondaire ou du l'enseignement supérieur*

*B Nassr Eddine*



*Je dédie ce travail*

*A ma très chère mère que elle trouve ici l'hommage de  
ma gratitude qui 'elle puisse être ne sera à la hauteur  
de ses sacrifices et ses prière pour moi.*

*A mon père mon premier encadrant depuis ma naissance.*

*A mes sœurs et frères et toute ma famille sans oublier ma  
belle Fiancée a qui je souhaite  
Beaucoup de réussite et bonheur.*

*A toute mes aimes qui me sont chers a tout ceux que  
j'aime et qui m'aiment que ils trouvent ici l'expression de  
mes sentiments les plus d'vœux et mes vœux les sincères*

*Que dieu le tout puissant vous procure sagesse et  
bonheur.*

*B. dahmane*

*Je dédie ce travail*

*A La mémoire de mon cher père*

*A ma chère mère*

*A mes sœurs et frères et toutes ma famille sans oublier ma Fiancée*

*A toute mes aimes et A toute mes professeurs que ce soit du  
primaire du moyen du secondaire on du l'enseignant supérieur*

*Ⓣ. abd allah*

# Remerciement

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé La santé, le courage et, les moyens pour suivre nos études et la volonté.*

*Nous tenons remercier Mme BABA AMER ZOHRA notre encadreur pour son aide ses encouragements et sa disponibilité dans ce projet*

*Aussi nous présentons notre reconnaissance à tous les personnels de bureau d'ONA GHARDAIA qui nous ont accueilli conseillé et soutenu le long de stage comme Mr Kaci Mahfoud ingénieur hydraulique et Mr Faride ACHASO de société AMNHYD*

*Et nous remercions humblement tous ceux qui m'ont aidé de mener ce travail comme notre enseignant docteur Lotfi Benadda et Mr ouled belkhir et Mr.kacem responsable des laboratoires d'hydraulique*

*Nos profonds remerciements pour les membres d'amis que nous aidons précisément: B. mohamed et A. Brahim et D.yacine et Z.Mohamed et S.Hammou.*

# Résumé

نظرا للنمو الديموغرافي والصناعي لقرى واد ميزاب برزت اشكالية المياه المستعملة وكيفية معالجتها نظرا لخطورتها على البيئة وصحة المواطن لأنها موطن الكثير من الحشرات والطفيليات و مصدر للأمراض المنتقلة ولغرض التخلص منها برمجة الدولة الجزائرية مشاريع من أجل هيكلة وتصريف هذه المياه ومن هذه المشاريع محطة تصفية المياه المستعملة بكاف الدخان بالعطف بولاية غرداية بدأ تشييد هذه المحطة في عام 2008 والتي تعتمد على تقنية المستنقعات الطبيعية وهدفها الحفاظ على البيئة من جهة وإعادة استغلال المياه من أجل الري الفلاحي .

وفي هذا التربص تم دراسة المحطة دراسة تقنية لطريقة عملها في تصفية المياه .

La pollution des eaux dans la nature est augment en fonction de la développement de population et industrie alors il faut qu'on trouve des solution pour garder les eaux de surface et souterraine propre et pour récupérer les eaux usée pour utiliser dans des autres domaine l'homme créé des méthodes développer pour traiter les eaux polluants.

nous avons étudié un exemple c'est l'exemple de la station de traitement des eaux de kaf dokhan dans la commune d'El Atteuf cette station travaille par la technique de lagunage naturelle cette station réaliser pour traiter les eaux usées de la vallée de Mzab pour réutilisation dans irrigation et pour d'autre domaine.

dans cette rapport nous avons étudié cette une station, étude technique et par conséquence trouve le rôle qui il joue pour garder la nature et système écologie propre.

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
Problématique.....	®

## Chapitre 01: *Description de la zone d'étude*

<b>1.1. Introduction</b> .....	2
1.1.1. objectifs généraux visés par le projet .....	2
1.1.2. principaux éléments du projet.....	2
1.1.3. les acteurs du projet.....	2
<b>1.2. Étude du lagunage naturel de kaf dokhan</b> .....	3
1.2.1. Localisation géographique .....	4
1.2.1.1. Situation de la wilaya .....	4
1.2.1.2. Situation de la zone d'étude (El Atteuf) .....	4
1.2.2. Dimensionnement et caractéristiques des lagunes .....	5
1.2.2.1. Collecteur principal d'amenée.....	5
1.2.2.2. Tracé du collecteur principal .....	5
1.2.2.3. Lagunes primaires .....	7
1.2.2.3.1. Traitement primaire.....	7
1.2.2.4. Lagunes secondaires .....	9
1.2.2.4.1. Traitement secondaire .....	10
1.2.2.5. Performances épuratoires et conditions de fonctionnement .....	11
1.2.3. Caractéristiques des eaux usées .....	14
<b>1.3. Étude géologique de la région de kaf dokhan</b> .....	15
<b>1.4. Étude hydrologique de la région de kaf dokhan</b> .....	17

# Sommaire

<b>1.5. Étude démographique de la population concernée</b> .....	18
<b>1.6. Description des conditions climatiques</b> .....	20
1.6.1. Température .....	20
1.6.2. Ensoleillement .....	21
1.6.3. Vents.....	21
1.6.3.1. Les vents d'origine nord : .....	22
1.6.3.2. Les vents d'origine est : .....	22
1.6.3.3. Les vents d'origine ouest : .....	22
1.6.4. Pluviométrie .....	23
1.6.5. Évaporation .....	24
1.6.5.1. Évaporation mesurée .....	24
1.6.5.2. Évaporation réelle .....	26

## Chapitre 02 : *Généralités sur les eaux usées*

<b>2.1.Introduction</b> .....	27
2.1.1.Définition de la pollution .....	27
<b>2.2.origine des eaux usées</b> .....	28
2.2.1. les eaux usées domestiques.....	28
2.2.2. les eaux industrielles .....	28
2.2.3. les eaux pluviales .....	28
2.2.4. Les eaux usées de ruissellement agricole .....	29
<b>2.3.Caractéristiques des eaux usées</b> .....	29
2.3.1. Les paramètres physico-chimiques .....	29
2.3.1.1. La température .....	29

# Sommaire

2.3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH) .....	29
2.3.1.3. Matières en suspension (MES) .....	29
2.3.1.4. La demande biologique en oxygène (DBO5) .....	30
2.3.1.5. La demande chimique en oxygène (DCO) .....	30
2.3.1.6. L'azote et le phosphore .....	30
2.3.1.6.1. L'azote .....	30
2.3.1.6.2. Le phosphore .....	30
<b>2.4. Les oligo-éléments et les toxiques minéraux .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5. L'équivalent habitant (EH) .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6. Les normes algériennes de rejet d'effluents .....</b>	<b>31</b>
<b>2.7. Conclusion.....</b>	<b>32</b>

## Chapitre 3: *Le lagunage naturel*

<b>3.1.Introduction .....</b>	<b>33</b>
3.1. 1.Définition.....	33
<b>3.2. Principe de fonctionnement .....</b>	<b>33</b>
3.2.1.Les réactions .....	34
<b>3.3. Les différents types de lagunage .....</b>	<b>35</b>
3.3.1. Le lagunage naturel .....	35
3.3.1.1. Étangs anaérobies .....	36
3.3.1.2. Étangs aérobies .....	37
3.3.1.3. Étangs facultatifs .....	38
3.3.1.4. lit de séchage.....	40

# Sommaire

3.3.1.4.1. Technique intensives (cas de step kaf doukhan).....	41
3.3.1.4.2 .Techniques extensives.....	41
3.3.2. Le lagunage aéré.....	42
<b>3.4.Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage.....</b>	<b>42</b>
3.4.1. La durée du jour et l'intensité de l'ensoleillement .....	42
3.4.2. La température .....	42
3.4.3. Le régime et l'orientation des vents dominants dans la région .....	43
3.4.4. L'évaporation .....	43
3.4.5. La pluviométrie .....	43
<b>3.5. Exploitation du lagunage .....</b>	<b>43</b>
<b>3.6. Contraintes d'exploitation .....</b>	<b>44</b>
<b>3.7. Avantages et inconvénients du lagunage.....</b>	<b>44</b>
3.7.1. Avantages.....	44
3.7.2. Inconvénients .....	45
<b>Conclusion .....</b>	<b>45</b>

## Chapitre 4 : *partie pratique*

<b>Introduction .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1. paramètre de dimensionnement.....</b>	<b>47</b>
4.1.1. paramètre physico-chimique .....	47
4.1.1.1. température .....	47
4.1. 1.2. potentiel hydrogène( PH) .....	47
4.1. 1.3 . conductivité .....	47
4.1. 1.4. turbidité .....	47

# Sommaire

4.1. 1.5 . matière en suspension.....	48
4.1. 1.5. demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....	50
4.1.1.6. demande chimique en oxygène (DCO).....	51
4.1.1.6.1.Calculer DCO depuis DBO .....	51
4.1. 1.7.dosage de calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	51
4.1.1.8. TH (Dureté totale) ou titre hydrotimétrique .....	53
4.1.1.8.1 calcule concentration de Magnésium Mg <sup>2+</sup> .....	55
4.1.1.9. TAC (titre alcalimétrique complet) .....	55
4.1.1.10. Les Chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	56
4.1.1.11.Les sulfates SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> .....	57
4.2.Tableau de résultat d'analyse des eaux de trois point différent .....	58
4.3. Calculer le rendement de station.....	59
Conclusion générale .....	60
Bibliographique .....	61

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 01</b> : capacité nominale .....	9
<b>Tableau 02</b> : Evolution des paramètres de fonctionnement et dimensionnement des lagunes primaires.....	9
<b>Tableau 03</b> :Evolution des paramètres de fonctionnement et dimensionnement des lagunes secondaire.....	10
<b>Tableau 04</b> :Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires et secondaire.....	12

# Sommaire

<b>Tableau 05 :</b> Évolution des débits d'eaux usées.....	14
<b>Tableau 06 :</b> Flux de pollution.....	15
<b>Tableau 07 :</b> population et taux d'accroissement.....	19
<b>Tableau 08 :</b> température mensuelle .....	20
<b>Tableau 09 :</b> Moyenne mensuelles des vitesses maximal du vent l'année 2011.....	22
<b>Tableau 10 :</b> Précipitation moyenne mensuelle en 2011 .....	23
<b>Tableau 11 :</b> Evaporation moyenne mensuelle .....	24
<b>Tableau 12 :</b> Evaporation Réelle Mensuelle .....	26
<b>Tableau 13 :</b> normes des rejets pour l'irrigation (normes algérienne) .....	31
<b>Tableau 14 :</b> Les limites appliquées pour garantir le bon fonctionnement.....	37
<b>Tableau 15 :</b> résultat final de ph et $\mu$ et turbidité. ....	48
<b>Tableau 16:</b> les résultats expérimentales de MES.....	50
<b>Tableau 17 :</b> les résultats finale expérimentales MES.....	50
<b>Tableau 18 :</b> les résultats expérimentales de sulfate.....	58
<b>Tableau 19 :</b> Résultats d'analyse physico-chimiques à l'entre et secondaire sortie de la STEP.....	58

## Liste des Figure

<b>Figure 01 :</b> vue l'ensemble du projet.....	2
<b>Figure 02 :</b> profile type de la traversée.....	3
<b>Figure 03 :</b> Situation de la wilaya de Ghardaïa.....	3
<b>Figure 04 :</b> Site de la STEP kaf doukhan .....	3

# Sommaire

<b>Figure 05</b> :vue le plan trace de collecteur.....	4
<b>Figure 06</b> :chemin de la station de traitement des eaux usées el Atteuf.....	5
<b>Figure 07</b> : Construction du collecteur principal en 19 février 2012.....	5
<b>Figure 08</b> :Vue des dégrilleurs automatiques .....	6
<b>Figure 09</b> :Vue en plan 3D du Répartiteur Primaire TP.....	6
<b>Figure 10</b> : Construction du RPTP (19 février 2012).....	6
<b>Figure 11</b> : principe de fonctionnement des bassins primaires.....	7
<b>Figure 12</b> :Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires.....	7
<b>Figure 13</b> :Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires: Charge volumique Cv.....	7
<b>Figure 14</b> : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires.....	12
<b>Figure 15</b> : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes secondaires.....	12
<b>Figure 16</b> :chemin de principe de fonctionnement des bassin secondaire.....	12
<b>Figure 17</b> : Prétraitement / Traitement primaire / Traitement secondaire Vue général...	13
<b>Figure 18</b> :vue de la STEP.....	13
<b>Figure 19</b> : Autre vue de la STEP en construction (23 février 2012).....	13
<b>Figure 20</b> : Evolution de la production d'eaux usées.....	14
<b>Figure 21</b> : Evolution des flux de pollution.....	14
<b>Figure 22</b> : Evolution des charges à traiter.....	14
<b>Figure 23</b> : Schéma géologique structural de la Wilaya de Ghardaïa.....	15
<b>Figure 24</b> : Coupe géologique de la région de Ghardaïa contenant la zone d'étude.....	17
<b>Figure 25</b> : Piézométrie des eaux souterraine de la région de Ghardaïa.....	18
<b>Figure 26</b> : Evolution démographique.....	19

# Sommaire

<b>Figure 27</b> : densité de population 1991 (hab /ha).....	19
<b>Figure 28</b> : température mensuelle l'année 2011.....	20
<b>Figure 29</b> : ensoleillement moyenne mensuelles.....	21
<b>Figure 30</b> : Direction des vents dominants.....	21
<b>Figure 31</b> :Vitesse Maximum du Vents en l'année 2011.....	23
<b>Figure 32</b> : Précipitation mensuelle en année 2011.....	24
<b>Figure 33</b> :Evaporation moyenne mensuelle.....	25
<b>Figure 34</b> : Evaporation et température et vitesse de vent moyenne mensuelle en année 2011.....	25
<b>Figure 35</b> :Evaporation de la surface d'eau libre.....	26
<b>Figure 36</b> : chemin d'activité bactérienne dans lagune.....	34
<b>Figure 37</b> : chemin de la station de traitement des eaux usées el Atteuf.....	35
<b>Figure 38</b> :bassin étangs anaérobies. ....	36
<b>Figure 39</b> : lit de séchage.....	40
<b>Figure 40 et 41 et 42</b> : primaire et secondaire sortie des rejets de la step.....	46
<b>Figure 43</b> : Ph mètre & Conductimètre et thermomètre.....	47
<b>Figure 44</b> : turbidimètre.....	47
<b>Figure 45</b> : filtration des matière en suspension.....	48
<b>Figure 46</b> : l'étuve.....	48
<b>Figure 47</b> : dessiccateur.....	49
<b>Figure 48</b> : DBO mètre.....	50
<b>Figure 49</b> : couleur de l'indicateur HSN avant et après point de virage.....	52

# *problématique*

## Introduction :

La vallée de Mzab site classé par l'UNESCO patrimoine de l'humanité dispose de certains atouts liés à des fonctions économiques, sociales et son rayonnement culturel et touristique, elle est le résultat d'un milieu contraignant et si fragile ; mis en valeur par une organisation sociale basée à l'origine sur une logique de survie et d'intérêt communautaire, espace de vie identifiable à travers ses oueds, ses affluents, son architecture adaptée au climat et aux sites naturels et surtout par ses palmeraies qui occupent un espace primordial, non seulement en tant que composant essentiel de l'écosystème oasien garantissant non seulement des ressources agricoles mais aussi des conditions d'habitat plus clémentes dans un milieu désertique.

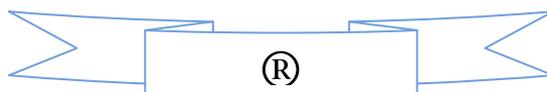
La vallée du M'Zab vit actuellement une grosse crise écologique en effet des eaux usées des agglomérations des différentes communes de la wilaya de Ghardaïa cheminent à travers un collecteur terminal vers les périphéries de la commune d'EL ATTEUF où se déversent à ciel ouvert en aval de la vallée sans aucun traitement causant un préjudice irréversible à la nappe phréatique aux caractéristiques du sol et à la végétation. Cette situation peut être l'une des causes principales de maladies et d'épidémies dans la région dues à la stagnation des eaux usées et d'après certaines études la nappe phréatique est déjà contaminée et polluée par des substances toxiques et commence à se recharger.

Cette région a connu un développement appréciable qui s'est concrétisé par l'implantation d'un certain nombre d'infrastructures industrielles de petites et moyennes envergures.

Parallèlement à cela, il y a eu à l'instar de toute la pays une formidable croissance du tissu urbain mais dont les mesures d'accompagnement n'ont pas suivi telle les agglomérations qui ont engendré des problèmes sérieux en matière d'atteintes à l'environnement.

La conséquence de tout ce dysfonctionnement est actuellement visible à l'œil nu : écoulement des eaux usées à ciel ouvert, récepteur naturel sans aucune étude ni travaux d'aménagement, odeurs nauséabondes, pollution de la nappe phréatique, gêne de vie à la limite du supportable par des insectes vecteurs des maladies, etc.

Or la région du M'Zab est complètement dépourvue de ressources hydriques superficielles et toute l'économie repose sur les ressources souterraines dont la problématique reste sans contexte leur mobilisation. Cette situation devient encore plus grave si à cette difficulté de gestion de l'eau, s'ajoute celle de la pollution.



L'étude du traitement des eaux usées devient une urgence car il y va non seulement de la santé du citoyen mais également de la survie même de la région à plus ou moins longue échéance dotée d'un certain nombre d'infrastructures.

### Problématique

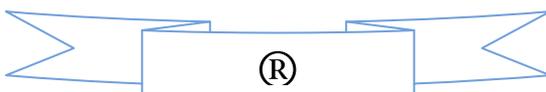
- ✚ Disparition et régression progressive de la palmeraie aux dépens de la construction.
- ✚ Consommation abusive de l'eau.
- ✚ Remonté capillaire.
- ✚ Rabattement important de la nappe albiennaise.
- ✚ Concentration des activités polluantes dans le tissu urbain.
- ✚ Contamination de la nappe phréatique par les eaux usées.

### objectif

#### Etude d'impact :

De la pollution dans la région de Ghardaïa.

Niveau de contamination de la nappe phréatique (étude microbiologique).



Chapitre 01:

*Description de  
la zone d'étude*

# Introduction générale

*Introduction générale*

L'Algérie est un pays riche en ressources naturelles telles que les ressources fossiles et les minerais de phosphates et de fer. Cependant, elle accuse un important déficit en ressources hydriques.

En effet, avec l'expansion des villes, l'industrialisation et l'évolution des modes de consommation, en sus, d'un climat de plus en plus aride que connaît le pays, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées de plus de 35 Hm<sup>3</sup> chaque année pour atteindre environ 689 Hm<sup>3</sup> en 2010<sup>1</sup>. Actuellement, les eaux usées ne sont épurées qu'à 40 % et rejetées, le plus souvent, sans traitements et de façon directe en milieu naturel.

Face à la pénurie d'eau, due essentiellement à la baisse régulière du volume des précipitations depuis ces dernières décennies, et dans un souci de préservation des ressources d'eau encore saines et de protection de l'environnement et de la santé publique, l'Algérie adopte alors, un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service, à l'horizon 2010, de 194 stations d'épuration.

Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux.

Les procédés d'épuration utilisés en Algérie, dont l'objectif principal est d'éliminer la pollution organique sont à :

- 54 % procédé à boues activées ;
- 36 % lagunage naturel ;
- 10 % lagunage aéré.

Parallèlement au procédé à boues activées et au lagunage aéré, qui sont de caractère intensif, le lagunage naturel présente par ses nombreux avantages, une alternative idéale pour notre pays, en réunissant toutes les conditions favorables à son bon fonctionnement.

C'est dans le but de l'étude de ce procédé biologique et peu onéreux, faisant intervenir les micro-algues et les bactéries dans l'épuration des eaux usées, que s'inscrit ce présent mémoire où nous essayons de détailler, un tant soit peu, le principe de fonctionnement d'une station par lagunage naturel avec l'évaluation de ses performances.

Le développement intense des micro-algues dans les différents bassins d'une station d'épuration par lagunage naturel génère une forte production de biomasse, communément, considérée avec la pollution. Il s'agit alors, dans ce document, d'évaluer la pollution résiduelle qui correspond à la part additionnelle de pollution.

Nous prenons, également, soin de décrire les principaux paramètres de pollution des eaux usées ainsi que leurs analyses.

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

## 1.1.Introduction :

Le lagunage est une technique naturelle d'épuration des eaux fondée sur la dés eutrophisation. Le principe est de recréer des bassins « tampons » durant lesquels les eaux usées vont transiter, avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les phénomènes d'auto-épuration des eaux se font ainsi dans ces bassins, de grande surface, plutôt que dans le milieu naturel (lac, rivière) qui est ainsi préservé des conséquences néfastes de ce phénomène d'auto-épuration (la dégradation de la matière organique par les micro-organismes aérobies, entraîne une chute du taux d'oxygène dissous, ce qui a pour conséquence d'asphyxier la macrofaune et la microflore aquatique).

### 1.1.1. objectifs généraux visés par le projet :

- ✓ Supprimer les nuisances en zones urbanisées;
- ✓ Protéger le milieu récepteur et la nappe phréatique;
- ✓ Rendre possible la réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation.

### 1.1.2. principaux éléments du projet :

- ✓ Aménagement de digues de rétention sur les oueds El Abiod, El Haimeuret Bou Brik.
- ✓ Calibrage et protection des berges de l'oued M'Zab.
- ✓ Mise en place d'un collecteur principal pour les eaux usées.
- ✓ Construction d'une STEP par lagunage.

### 1.1.3.les acteurs du projet :

- ✓ Maître de l'ouvrage: DHW de Ghardaïa.
- ✓ Avant-Projet Détaillé: Bonnard & Gardel (Suisse)
- ✓ Entreprise de réalisation: AMENHYD SPA
- ✓ Bureau d'études de contrôle et suivi: AQUATECH-AXOR(Canada)

The logo for BG-ENHPC features the letters 'BG' in a large, bold, black font, followed by 'ENHPC' in a smaller, bold, black font.The logo for AMENHYD SPA consists of a stylized graphic of a blue and black swirl above the text 'AMENHYD' in a bold, black font, with 'SPA' in a smaller font below it.The logo for AXOR AQUATECH features a stylized blue and green graphic of a water drop or wave above the text 'AXOR' in a bold, green font, with 'AQUATECH' in a smaller, blue font below it.

## 1.2. Étude du lagunage naturel de kaf dokhan :

Parmi les sites visités par le Premier ministre lors de sa visite, la station de traitement par lagunage des eaux usées de la vallée du M'zab (4 communes). Implantée au lieu-dit Kef El-Doukhane (commune d'El-Atteuf), en aval de oued M'zab, pour un coût de 3,8 milliards de DA, cette infrastructure novatrice de grande envergure est conçue de manière à traiter les eaux usées naturellement, sans mécanisation ni apport chimique, au moyen de lagunage, pour les réutiliser à des fins d'irrigation et contribuer efficacement aux efforts pour le développement durable de la région. Ses eaux épurées sont destinées à irriguer, dans une première phase, un périmètre agricole de 500 ha. Réalisée sur une superficie de 60 ha sur l'exutoire naturel de oued M'zab, dans le cadre du mégaprojet d'assainissement et de protection contre les crues cycliques de oued M'zab, cette station de traitement des eaux usées permet la mobilisation de quelque 46 000 mètres cubes d'eau traités par jour, utilisables à des fins agricoles, a-t-on expliqué. Cette station de lagunage naturel, mise en service en novembre 2012, dispose de 16 bassins de décantation, dont huit primaires, profonds, fonctionnant en "anaérobie", et huit autres secondaires, de grande dimension, fonctionnant en "aérobie" et permettant d'obtenir des eaux épurées répondant aux normes internationales de rejets. Cette infrastructure environnementale supprime toutes les nuisances et les risques de contamination dans les zones urbaines, grâce à la collecte de l'ensemble des effluents via un collecteur principal de 32 km, dont 7 km en galeries visitables dans la commune de Ghardaïa. Elle contribue, également, au développement durable et à la préservation de l'environnement et des ressources hydriques des quatre communes, Daya Ben-Dahoua, Ghardaïa, Bounoura et El-Atteuf, qui forment la vallée du M'zab. (R. N./APS)

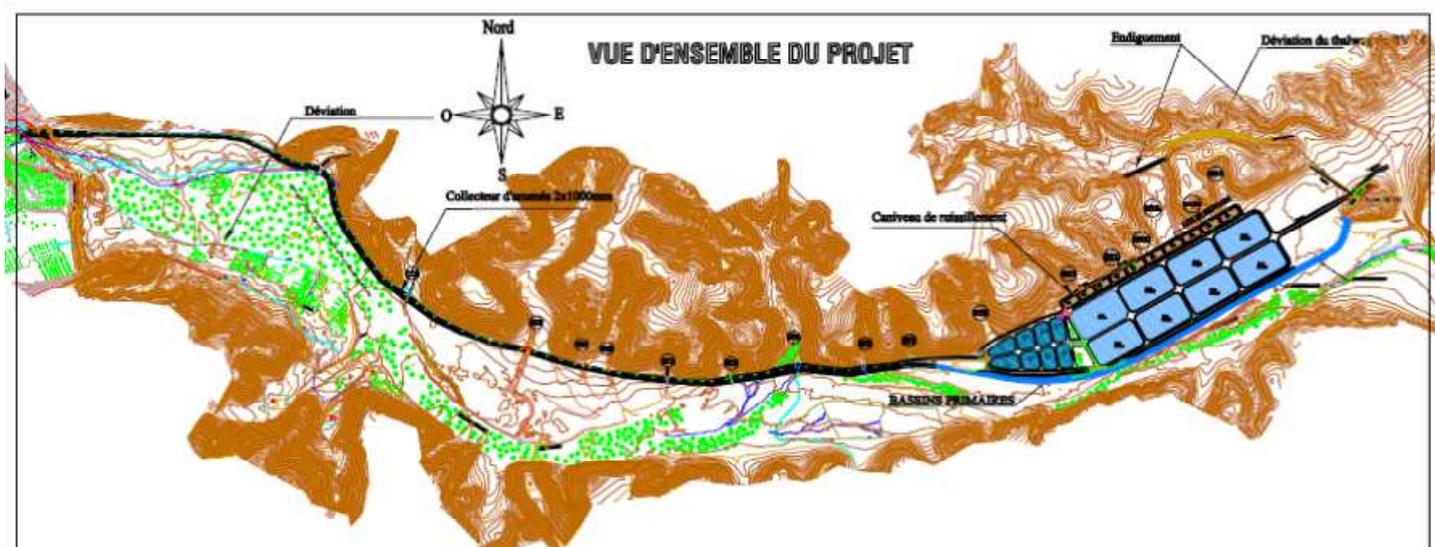


Figure 01 : vue l'ensemble du projet

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

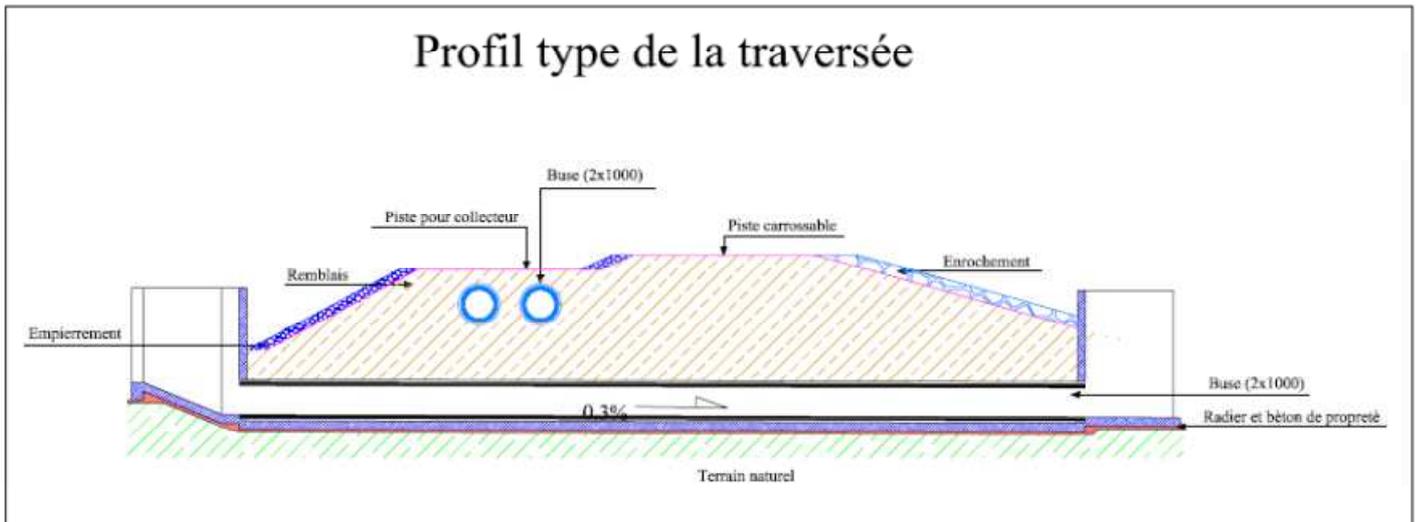


Figure 02 : profil type de la traversée

## 1.2.1. Localisation géographique :

### 1.2.1.1. Situation de la wilaya :

La région du M'Zab est située à 600 KM au sud d'Alger sur la RN°1, également la route de l'union africaine, à 32° 30' de latitude Nord et à 3° 45' de longitude Est. Elle occupe le fond de la vallée de oued M'Zab[1].



Figure 03 : Situation de la wilaya de ghardaia

### 1.2.1.2. Situation de la zone d'étude (El Atteuf) :



Figure 04 : Site de la STEP kaf doukhan

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

D'une superficie d'environ 79 ha , L'ensemble des sites d'implantation des ouvrages sont situés à l'aval de la digue d'El Atteuf à environ 8 km au Sud Est de la ville de Ghardaïa

## 1.2.2. Dimensionnement et caractéristiques des lagunes :

Au cours de ces études d'Avant Projet Détaillé le dimensionnement des lagunes proposé au stade APS a été confirmé.

Les paragraphes suivants présentent les volumes unitaires définitifs des lagunes primaires et secondaires ainsi que les performances épuratoires et les conditions de fonctionnement des lagunes en fonction de l'évolution des charges entrantes.

### 1.2.2.1. Collecteur principal d'amenée

- Composée 2 conduites de 1000 mm de diamètre;
- 79 regards (préfabriqués et coulés en place);
- Pente régulière de 0,2 % sur un linéaire de 5134 m (de la digue d'El Atteuf jusqu'au Répartiteur Principal du Traitement Primaire);
- Débit maximal de conception: 1396 L/s;
- Construit sur une digue de protection sur la rive gauche de l'oued M'Zab.

### 1.2.2.2. Tracé du collecteur principal :

dans la figure suivant on a vue le plan trace de collecteur :

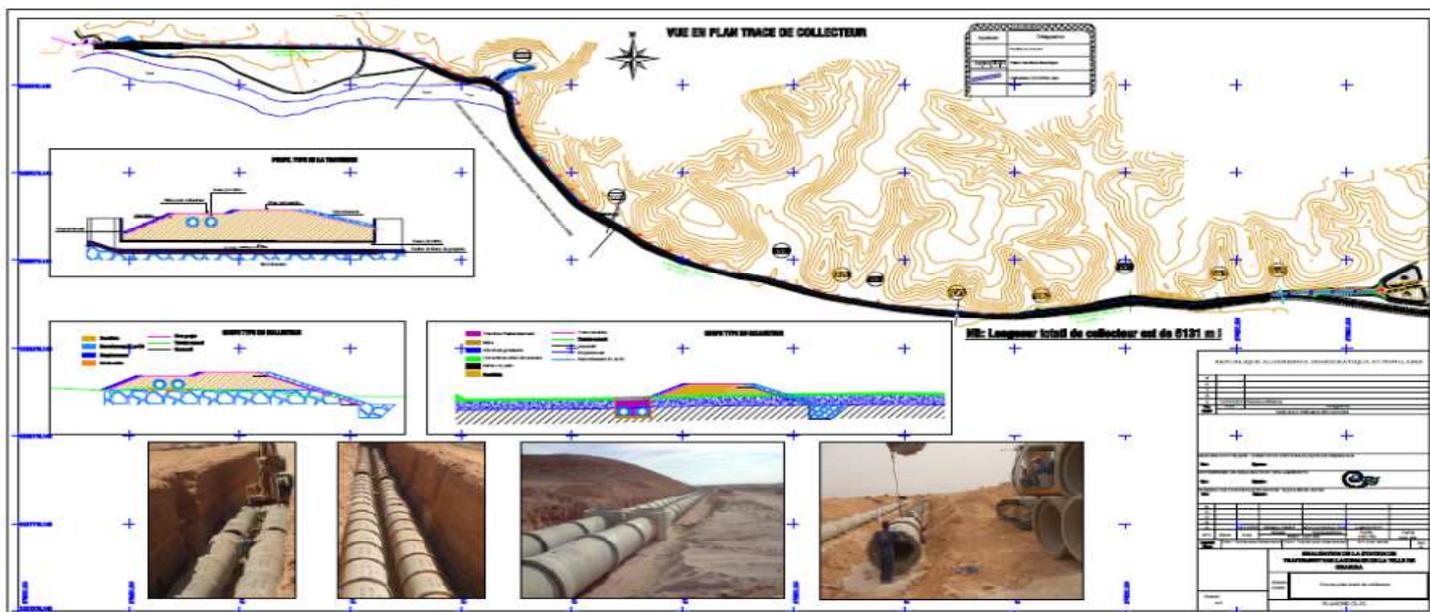


Figure 05 :vue le plan trace de collecteur

## Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

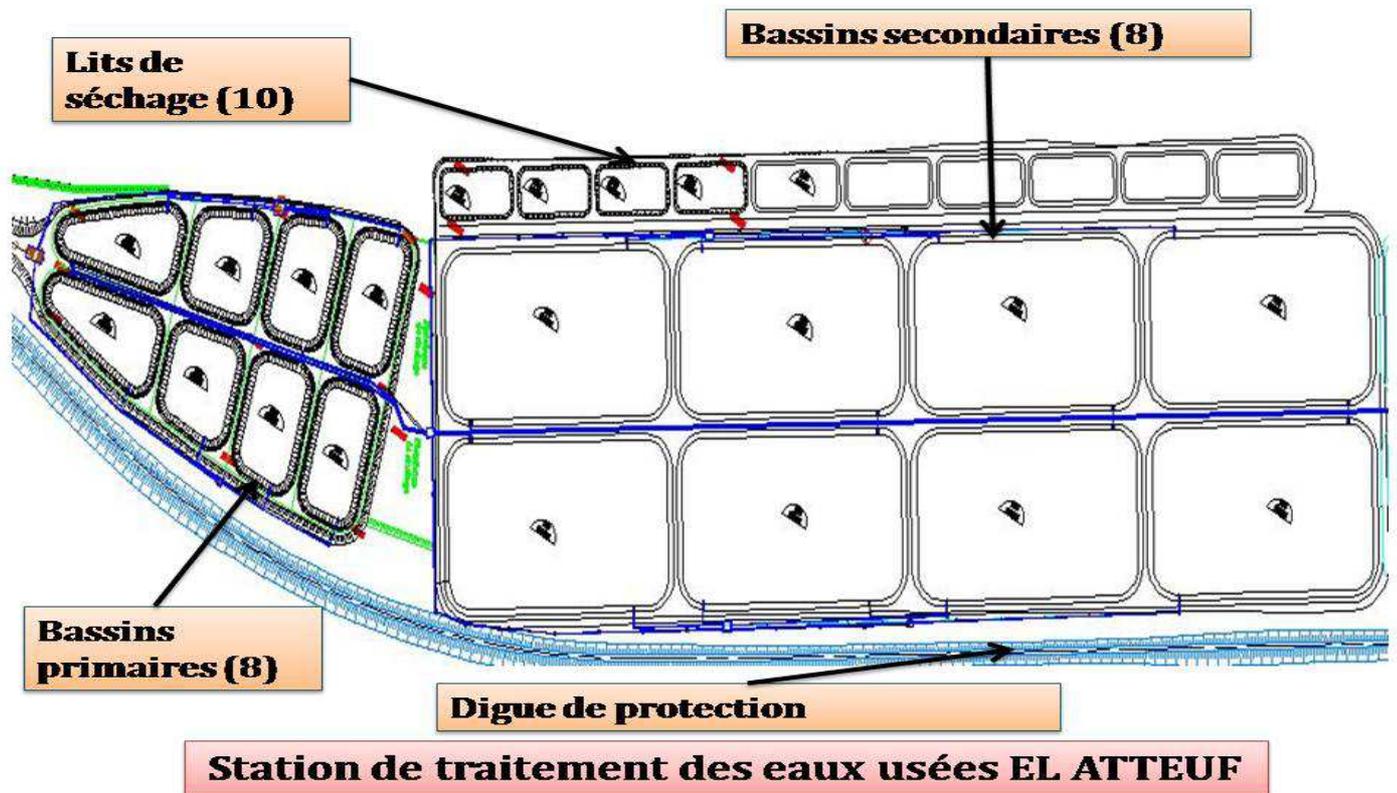


Figure 06 :chemin de la station de traitement des eaux usées el Atteuf



Figure 07 : Construction du collecteur principal en 19 février 2012

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

## 1.2.2.3. Lagunes primaires :

Le volume des lagunes primaires a été déterminé au stade APS. Le calcul de ce volume résulte de la prise en compte des paramètres suivants :

- ❖ Débit moyen journalier à capacité nominale : 46 400 m<sup>3</sup> / j,
- ❖ Charge journalière de pollution à traiter à capacité nominale : 11 600 kg DBO<sub>5</sub> / j,
- ❖ Population raccordée à capacité nominale : 331 700 EH (Equivalent Habitant).
- ❖ Charge volumique Cv : 100 g DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> / j,
- ❖ Temps de séjour des eaux usées dans les lagunes minimum de 3 j,
- ❖ Charge surfacique Cs supérieure à 1000 kg DBO<sub>5</sub> / Ha / j,
- ❖ Hauteur d'eau de 3,50 m.



Figure 08 : Vue des dégrilleurs automatiques

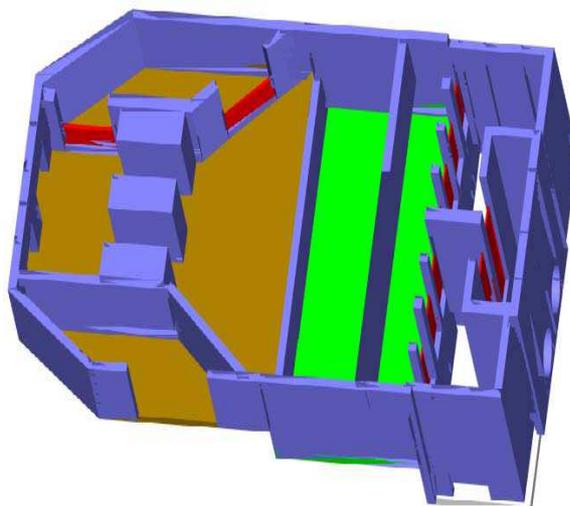


Figure 09 : Vue en plan 3D du Répartiteur Primaire TP

### 1.2.2.3.1. Traitement primaire

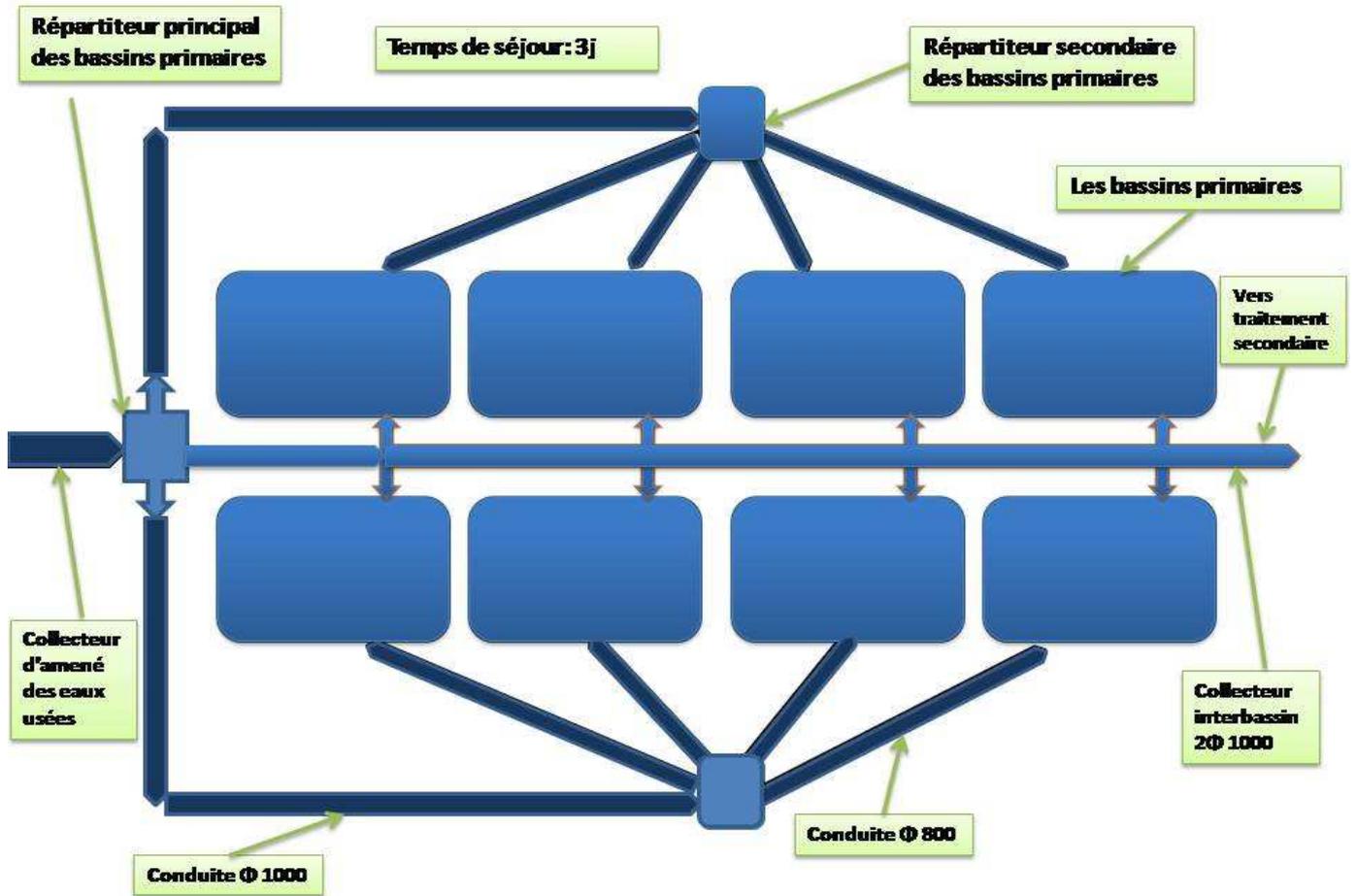
- ✚ 8 lagunes primaires anaérobies alimentées en parallèle, hauteur d'eau: 3,5 m.
- ✚ Temps de séjour au débit moyen de conception: 3,0 jours.
- ✚ Abattement de la DBO<sub>5</sub>: 50 %.

Ouvrages de sortie avec cloison siphonoïde permettant de retenir les matières flottantes.



Figure 10 : Construction du RPTP  
(19 février 2012)

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude



## Principe de fonctionnement des bassins primaires

Figure 11 : principe de fonctionnement des bassins primaires

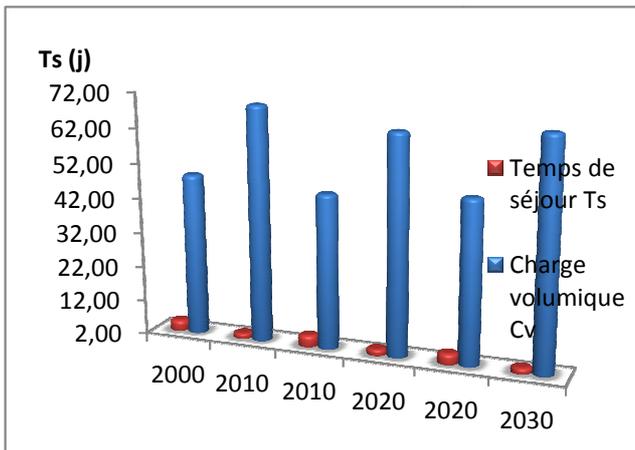


figure 12 : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires

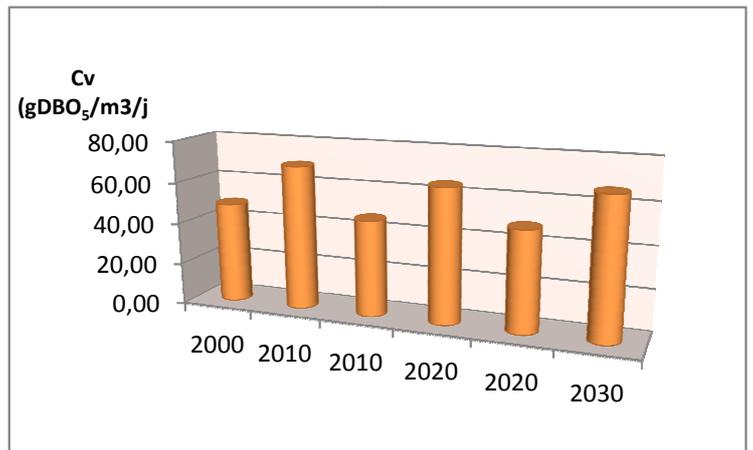


figure 13 : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires: Charge volumique Cv

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

- Le tableau suivant reprend ces éléments et conclut sur le volume unitaire des huit lagunes primaires :

*Tableau 01 : capacité nominale*

CAPACITE NOMINALE	2030	Les unités
Flux hydrauliques	46400	m <sup>3</sup> /j
Flux organiques	11600	Kg DBO <sub>5</sub> /j
EH raccordés	331700	u

*Tableau 02 : Evolution des paramètres de fonctionnement et dimensionnement des lagunes primaires*

TRAITEMENT PRIMAIRE ANAEROBIE	2030	Les unités
Charge volumique (Cv)	100,00	g DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /j
Temps de séjour réel (Ts)	3,00	j
production de boues	35,00	l/EH/an
fréquence de curage 1 fois tous les ...	3,00	ans
volume de boues/curage	34 828,50	m <sup>3</sup>
volume lagunes pour Cv (y compris boues)	150 828,50	m <sup>3</sup>
volume lagunes pour Ts (y compris boues)	174 028,50	m <sup>3</sup>
volume total des lagunes	174 028,50	m <sup>3</sup>
nombre de lagunes	8,00	u
Volume par lagune	21 753,56	m <sup>3</sup>
profondeur	3,50	m
surface mi-hauteur/lagune	0,62	Ha
Charge surfacique	2 332,95	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha/j
Surface 1/2 totale Anaérobie	4,97	Ha
abattement DBO <sub>5</sub> minimal	50%	%
charge organique résiduelle	5 800,00	Kg DBO <sub>5</sub> /j

## 1.2.2.4. Lagunes secondaires :

Le volume des lagunes secondaires a été déterminé au stade APS. Le calcul de ce volume résulte de la prise en compte des paramètres suivants :

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

- ✓ Débit moyen journalier à capacité nominale : 46 400 m<sup>3</sup> / j,
- ✓ Charge journalière de pollution à traiter à capacité nominale : 11 600 kg DBO<sub>5</sub> / j,
- ✓ Population raccordée à capacité nominale : 331 700 EH (Equivalent Habitant).
  
- ✓ Charge surfacique Cs maximale : 200 kg DBO<sub>5</sub> / Ha / j,
- ✓ Temps de séjour des eaux usées dans les lagunes minimum de 10 j,
- ✓ Hauteur d'eau de 1,60 m.

## **1.2.2.4.1. Traitement secondaire :**

- 8 lagunes secondaires alimentées en parallèle, hauteur d'eau: 1,6 m.
- Temps de séjour au débit moyen de conception: 10 jours.
- Abattement de la DBO<sub>5</sub>: 60 % de la charge résiduelle après le traitement primaire (pour un abattement global de 80 %).
- Concentration en coliformes fécaux prévue à l'effluent de la STEP: 6,8x10<sup>4</sup>UFC/100 ml;
- Ouvrages de sortie avec cloison siphonée permettant de retenir les matières flottantes.

Le tableau suivant reprend ces éléments et conclut sur le volume unitaire des huit lagunes secondaires :

**Tableau 03 :Evolution des paramètres de fonctionnement et dimensionnement des lagunes secondaire.**

TRAITEMENT SECONDAIRE FACULTATIF	2030	Les unité
Charge organique entrante	5 800,00	Kg DBO <sub>5</sub> /j
Charge surfacique	200,00	Kg DBO <sub>5</sub> /Ha/j
Profondeur	1,60	m
volume	464 000,00	m <sup>3</sup>
Temps de séjour	10,00	j
nombre de lagunes	8,00	u
Volume par lagune	58 000,00	m <sup>3</sup>
surface unitaire 1/2 h	3,63	Ha
surface 1/2 totale facultatif	29,00	Ha
abattement DBO <sub>5</sub>	60%	%
charge organique résiduelle	2 320,00	Kg DBO <sub>5</sub> /j

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

## 1.2.2.5. Performances épuratoires et conditions de fonctionnement :

Le tableau suivant présente l'évolution des paramètres précédemment utilisés pour le dimensionnement des lagunes à capacité nominale et qui, dans la mesure où ils restent compris entre deux valeurs inférieure et supérieure déterminées, garantissent un fonctionnement satisfaisant de l'écosystème dans lequel se développent les micro organismes participant à l'épuration des eaux usées. Ces paramètres évoluent en fonction de la charge de pollution entrante dans les bassins existants.

On considère trois périodes dans l'évolution de ces paramètres de fonctionnement :

Période 2000-2010 pendant laquelle quatre lagunes primaires sont nécessaires,

Période 2010-2020 pendant laquelle six lagunes primaires et six lagunes secondaires sont nécessaires,

Période 2020-2030 pendant laquelle huit lagunes primaires et huit lagunes secondaires sont nécessaires.

- Ces niveaux de rejet permettent le respect des objectifs de l'assainissement de la vallée. Selon les débits et charges de pollution entrants à la mise en service des lagunes primaires, et au regard des valeurs hautes et basses des paramètres de fonctionnement qui en découleront, l'exploitant de la station d'épuration aura le choix, compte tenu que l'ensemble des lagunes auront été réalisées dans la première tranche, entre :

Faire fonctionner l'ensemble des huit lagunes (ou sept en cas de curage de l'une d'entre elles) en même temps,  
Faire fonctionner en même temps quatre lagunes entre la mise en service et 2010, six entre 2010 et 2020, et la totalité entre 2020 et 2030.

En aucun cas une lagune ne devra rester vide afin de ne pas altérer le dispositif d'étanchéité par géo-membrane et afin d'assurer la stabilité des ouvrages.

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

**Tableau 04 : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires et secondaire**

Période		2000	2010	2010	2020	2020	2030
	unité	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
<b>Dimensionnement</b>							
<b>Volume lagune primaire</b>	m <sup>3</sup>	87 014,25		130 521,38		174 028,50	
<b>Surface lagune primaire</b>	Ha	2,49		3,73		4,97	
<b>Volume lagune secondaire</b>	m <sup>3</sup>	-		348 000,00		464 000,00	
<b>Surface lagune secondaire</b>	Ha	-		21,75		29,00	
<b>Charges entrantes</b>							
<b>Flux hydrauliques</b>	m <sup>3</sup> /j	16 920,00	24 150,00	24 150,00	33 730,00	33 730,00	46 440,00
<b>Charges de pollution</b>	kgDBO5/Ha/j	4 230,00	6 040,00	6 040,00	8 430,00	8 430,00	11 610,00
<b>Bassins primaires</b>							
<b>Charge volumique Cv</b>	gDBO5/m <sup>3</sup> /j	48,61	69,41	46,28	64,59	48,44	66,71
<b>Temps de séjour Ts</b>	j	5,14	3,60	5,40	3,87	5,16	3,75
<b>Charge surfacique Cs</b>	kgDBO5/Ha/j	1701,45	2429,49	1619,66	2260,55	1695,41	2334,96
<b>Abattement DBO5</b>	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
<b>Bassins secondaires</b>							
<b>Charge surfacique Cs</b>	kgDBO5/Ha/j	-	-	138,85	193,79	145,34	200,17
<b>Temps de séjour Ts</b>	j	-	-	14,41	10,32	13,76	9,99
<b>Abattement DBO5</b>	%	-	-	60%	60%	60%	60%
<b>Niveaux de rejet</b>							
<b>DBO5</b>	mg/l	125,00	125,05	50,02	49,99	49,99	50,00
<b>abattement DBO5 total</b>	%	50%	50%	80%	80%	80%	80%
<b>Coliformes fécaux</b>	CF/100ml	8,86E+05	1,22E+06	2,84E+04	5,29E+04	3,10E+04	5,61E+04

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

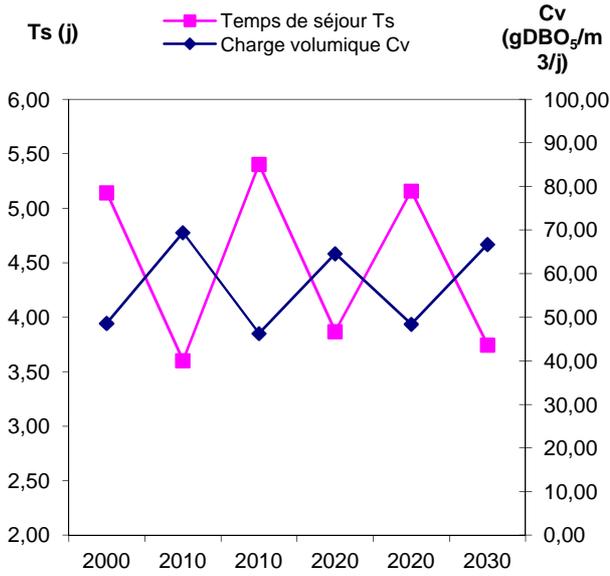


figure 14 : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes primaires

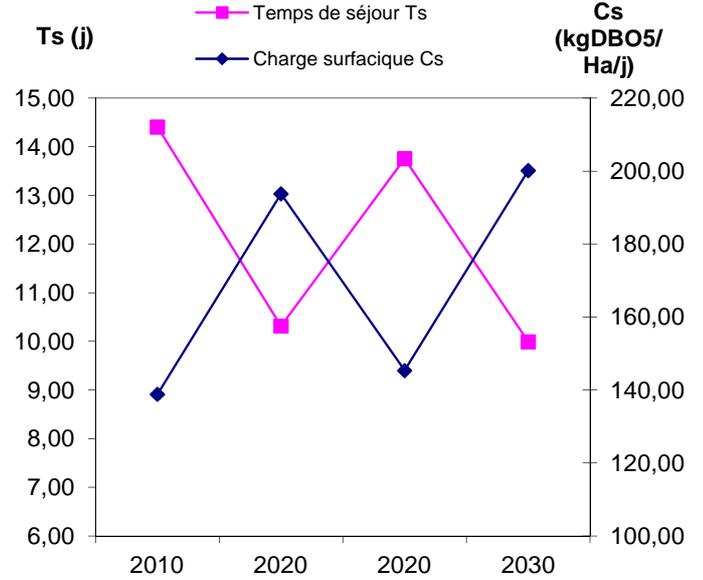


figure 15 : Evolution des paramètres de fonctionnement des lagunes secondaires

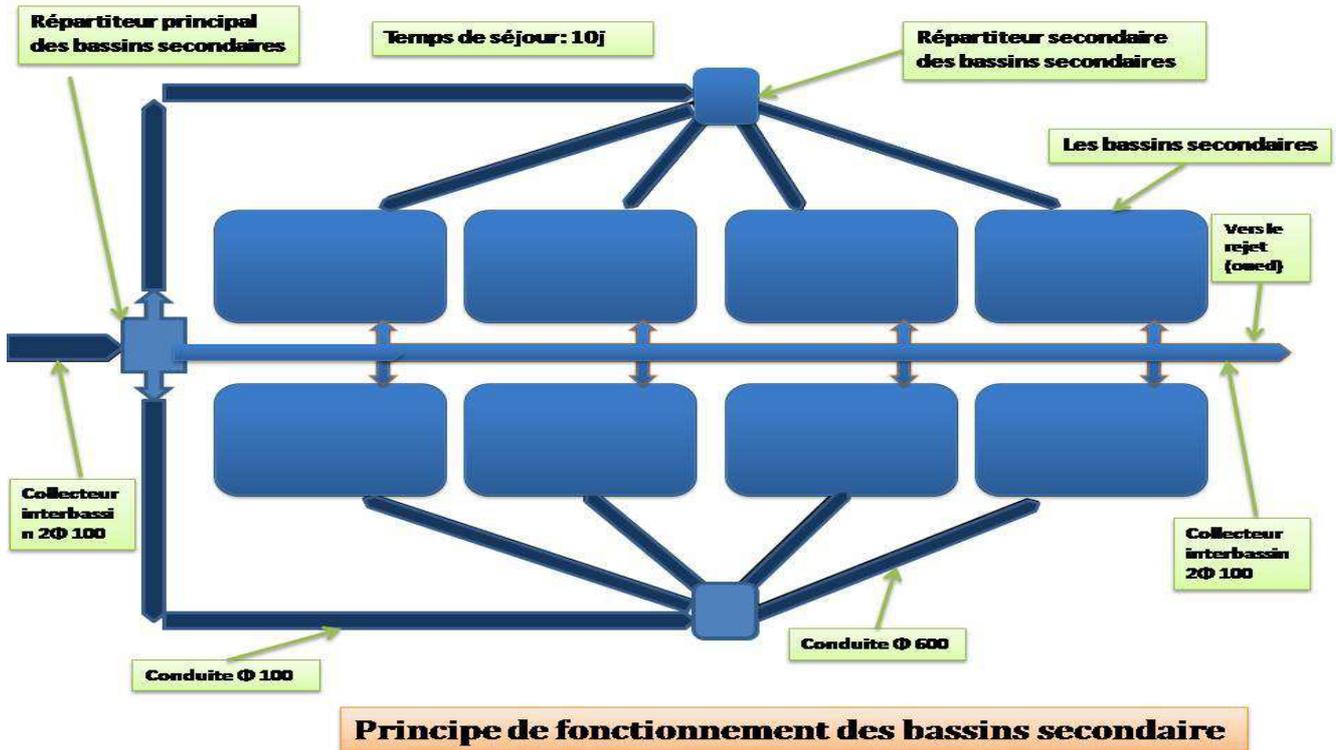


Figure 16 : chemin de principe de fonctionnement des bassin secondaire

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

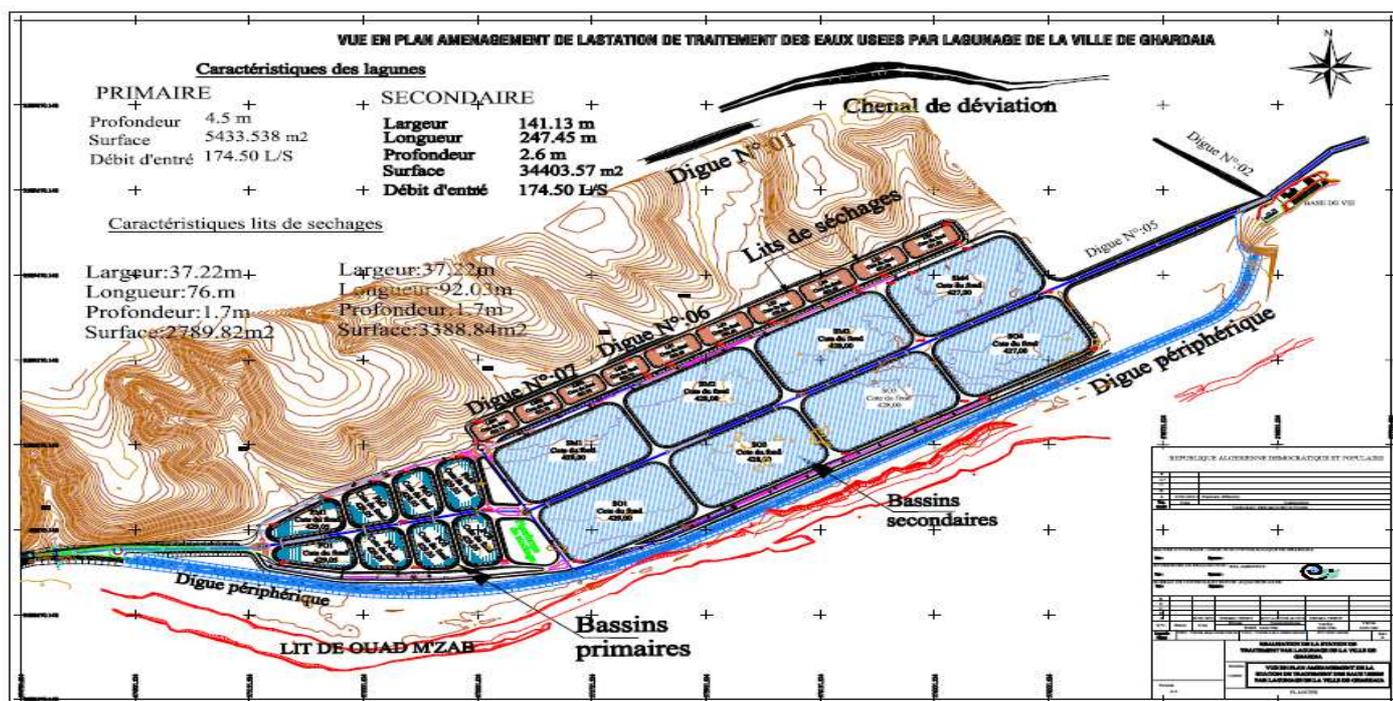


Figure 17 : Prétraitement / Traitement primaire / Traitement secondaire Vue générale



Figure 18 :vue de la STEP



figure 19 : Autre vue de la STEP en construction (23 février 2012)

## 1.2.3. Caractéristiques des eaux usées :

Tableau 05 : Évolution des débits d'eaux usées

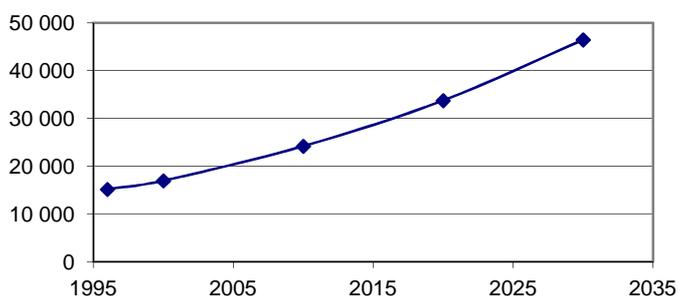
Eaux usées	unité	1996	2000	2010	2020	2030
Taux de branchement	%	85%	85%	90%	95%	100%
EH raccordés	u	108 163	120 870	172 530	240 920	331 700
Débits moyens	m <sup>3</sup> /j	15 143	16 922	24 154	33 729	46 438
% capacité nominale	%	33%	36%	52%	73%	100%

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

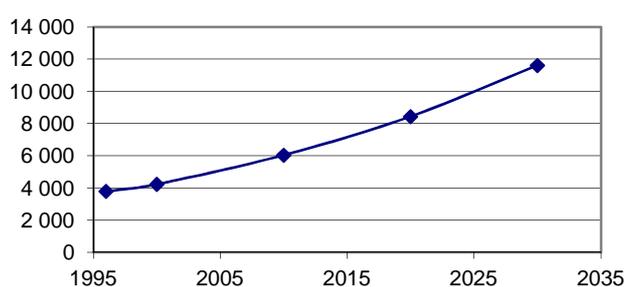
**Tableau 06 : Flux de pollution**

Pollution organique	unité	1996	2000	2010	2020	2030
Production	g /DBO <sub>5</sub> /EH/j	35	35	35	35	35
flux de pollution	kg/DBO <sub>5</sub> /j	<b>3 786</b>	<b>4 230</b>	<b>6 039</b>	<b>8 432</b>	<b>11 610</b>
Concentration	mg/l	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00

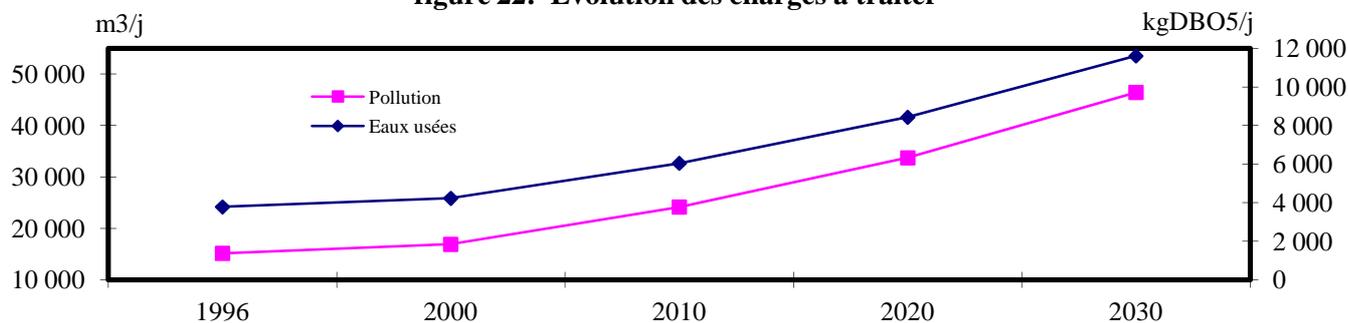
**figure 20: Evolution de la production d'eaux usées**



**figure 21: Evolution des flux de pollution**



**figure 22: Evolution des charges à traiter**



## 1.3 Étude géologique de la région de kaf dokhan :

La wilaya de Ghardaïa est composée de point de vue géologique de trois régions naturelles, en l'occurrence :

- ❖ Les plaines de la dalle hamadienne, cuirasse calcaire avec, en surface un cailloutis anguleux ;
- ❖ Les régions ensablées, partie du grand Erg occidental avec des cordons dunaires particulièrement denses et élevés, cette zone Est consacrée exclusivement au pastoralisme saharien ;

## Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

❖ La chebka, dorsale centrale à dominance calcaire en corniches continues de direction Nord-Sud.

La figure suivante représente un schéma géologique structural de la wilaya de Ghardaïa.

La zone d'étude est localisée géologiquement sur les terrains affleurant dans la chebka, celle-ci correspond à l'aboutissement d'une série de transgressions et de régressions marines : les périodes marines ont généré les terrains calcaires tandis que les périodes continentales ont laissé des sables et des grès qui constituent des réservoirs potentiels d'eau souterraine, le réservoir le plus connu étant le Continental Intercalaire dont l'étage albien constitue la partie supérieure.

Les périodes intermédiaires (flux ou reflux de la mer) ont donné des dépôts lagunaires : argiles à gypse.

Un réseau de vallées conforme à la topographie générale s'ordonne autour d'axes Nord - Ouest Sud - Est, grossièrement orthogonal aux lignes de relief qu'il traverse. Ces vallées se sont creusées à des époques où le réseau hydrographique était beaucoup plus actif qu'il ne l'est aujourd'hui.

Du fait de la structure des terrains (alternance de zones dures et de zones plus tendres), on a des vallées à versants raides taillées dans les calcaires et des fonds de vallée plats. Cette disposition a permis le développement d'un réseau hydrographique très ramifié constituant un dédale de vallées très rapprochées ou dayates qui est la caractéristique de la chebka.

Le site de la STEP est donc un site perméable nécessitant une étanchéisation de la station.

La figure suivante donne une coupe géologique schématique de la région de Ghardaïa.

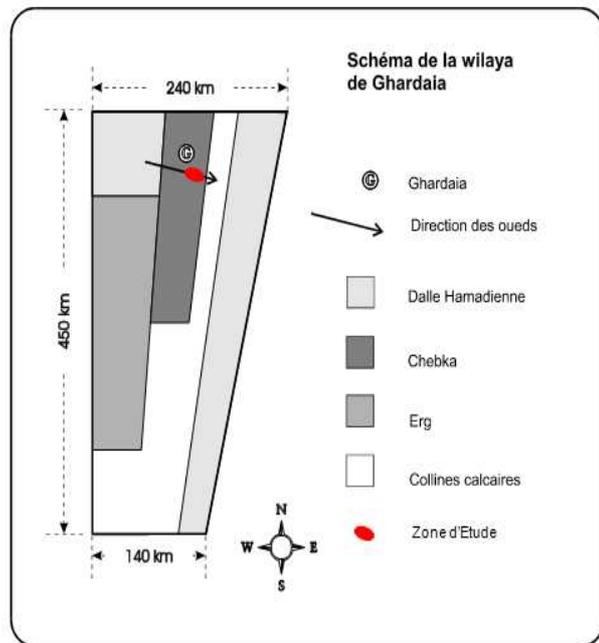


Figure 23 – Schéma géologique structural de la Wilaya de Ghardaïa

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

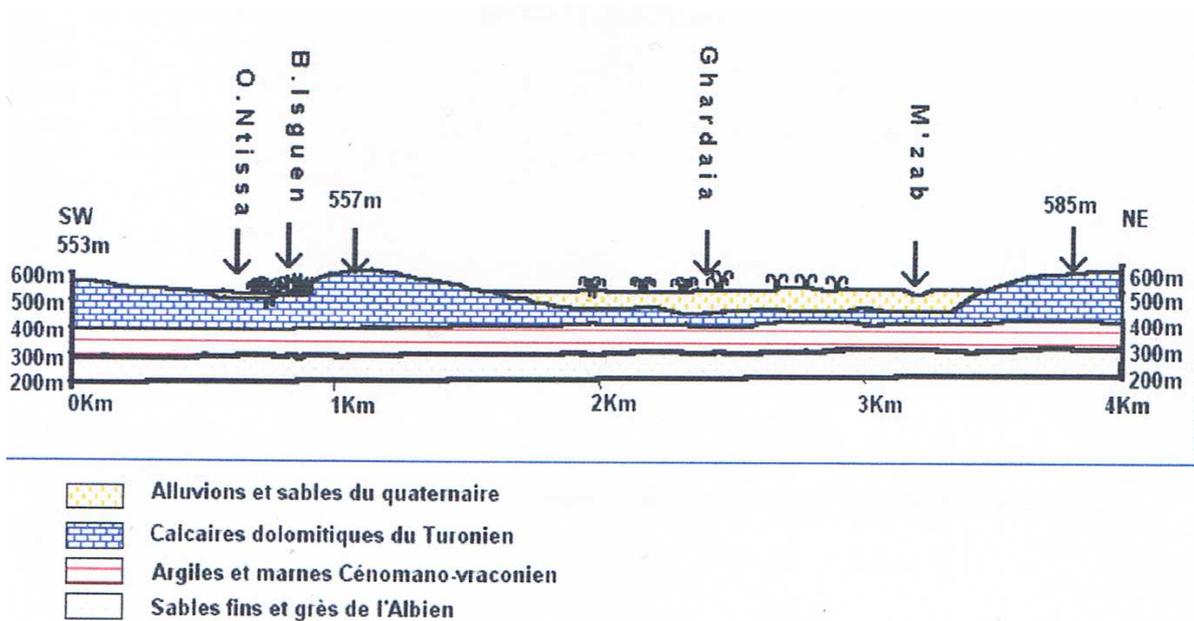


Figure 24:

Coupe géologique de la région de Ghardaïa contenant la zone d'étude

## 1.4. Étude hydrologique de la région de kaf dokhan :

Point de vue hydrogéologique, Ghardaïa (dont la zone d'étude fait partie) est constitué de trois (03) types de nappes :

### 1.4.1. La nappe phréatique :

formé d'alluvions et de sables du quaternaire, constituée de galets et de poudingues tapissant les lits des oueds. Les alluvions reposent sur les couches calcaires dures du turonien. L'épaisseur de la nappe varie entre 25 à 30 m.

### 1.4.2. Le Turonien :

il est constitué de calcaire dolomitique massif d'une épaisseur de 40 à 50 m.

### 1.4.3. L'albien :

elle est profonde, et est constituée d'une masse importante de grès et sables fins argileux. Le Cénomaniens représente son toit imperméable.

Ce qui implique l'application d'une étanchéisation du sol de la STEP afin d'éviter tout risque de contamination de la nappe.

La figure suivante représente la piézométrie des aquifères à travers la région de Ghardaïa (dont la zone d'étude fait partie).

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

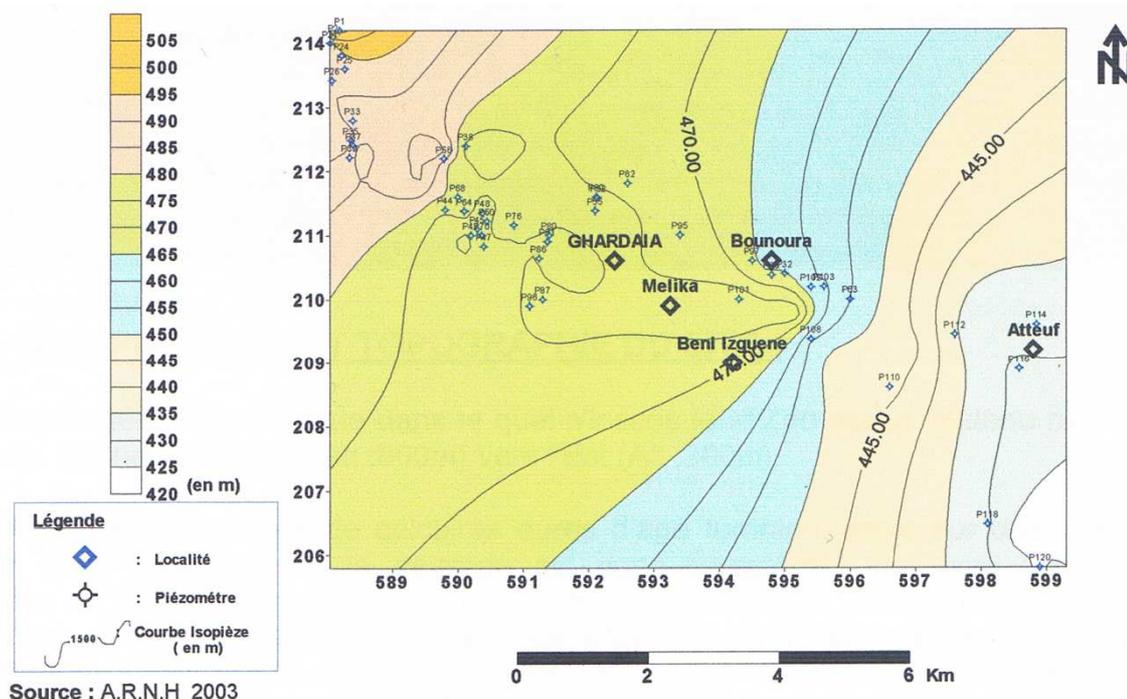


Figure 25 : Piézométrie des eaux souterraine de la région de Ghardaïa

## 1.5. Étude démographique de la population concernée :

### 1.5.1. Estimation de la population :

La STEP est réalisée pour qu'elle puisse fonctionner jusqu'à 2030 et le développement démographique qu'on peut atteindre pendant ce temps-là est de 332000 Habitants environ, estimé par la relation suivante :

$$P_n = P_0 \left(1 + \frac{T}{100}\right)^n$$

Où

$P_n$  : Nombre d'habitants à horizon d'étude. (2030)

$P_0$  : Nombre d'habitants à l'année de référence.

$T$  : Taux d'accroissement démographique.

$n$  : Différence en années entre l'horizon et l'année de référence.

Voici le tableau qui présente le taux d'accroissement de la population de chaque municipalité de Ghardaïa concernée par la STEP, avec le développement démographique :

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

Tableau 07 : population et taux d'accroissement

Nombre d'habitants	1991	1996	2000	2010	2020	2030
Daya	6 510	8 680	10 900	17 100	24 500	33 400
Ghardaïa	72 420	81 140	88 600	115 100	148 200	190 000
Bounoura	21 720	24 870	27 700	36 400	45 100	54 600
El Atteuf	10 100	12 560	15 000	23 100	35 800	53 700
Population totale	110 750	127 250	142 200	191 700	253 600	331 700
% d'accroissement par an	-	1,49%	1,17%	3,48%	3,23%	3,08%

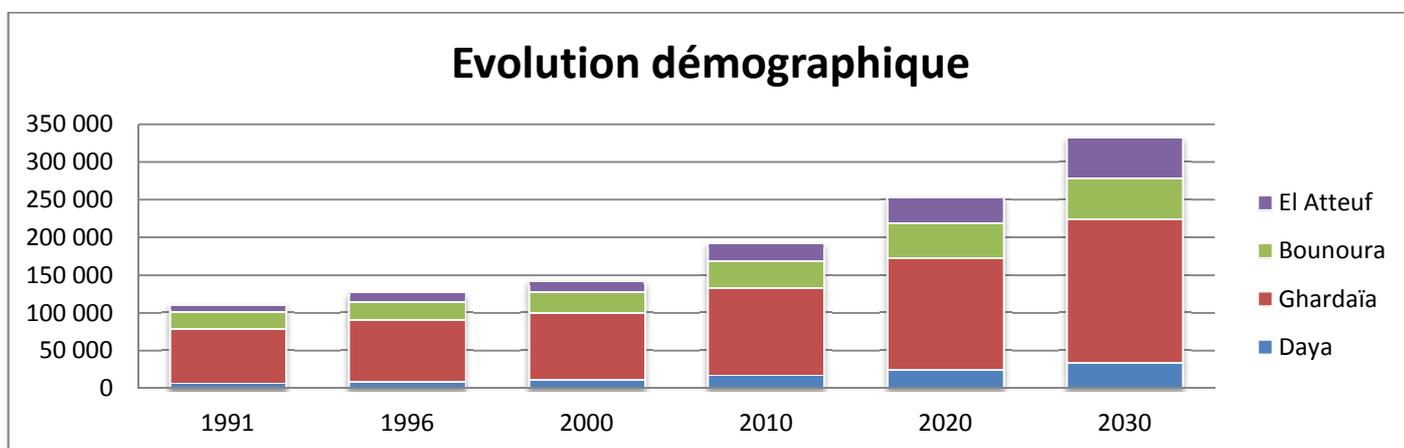


Figure 26 : Evolution démographique

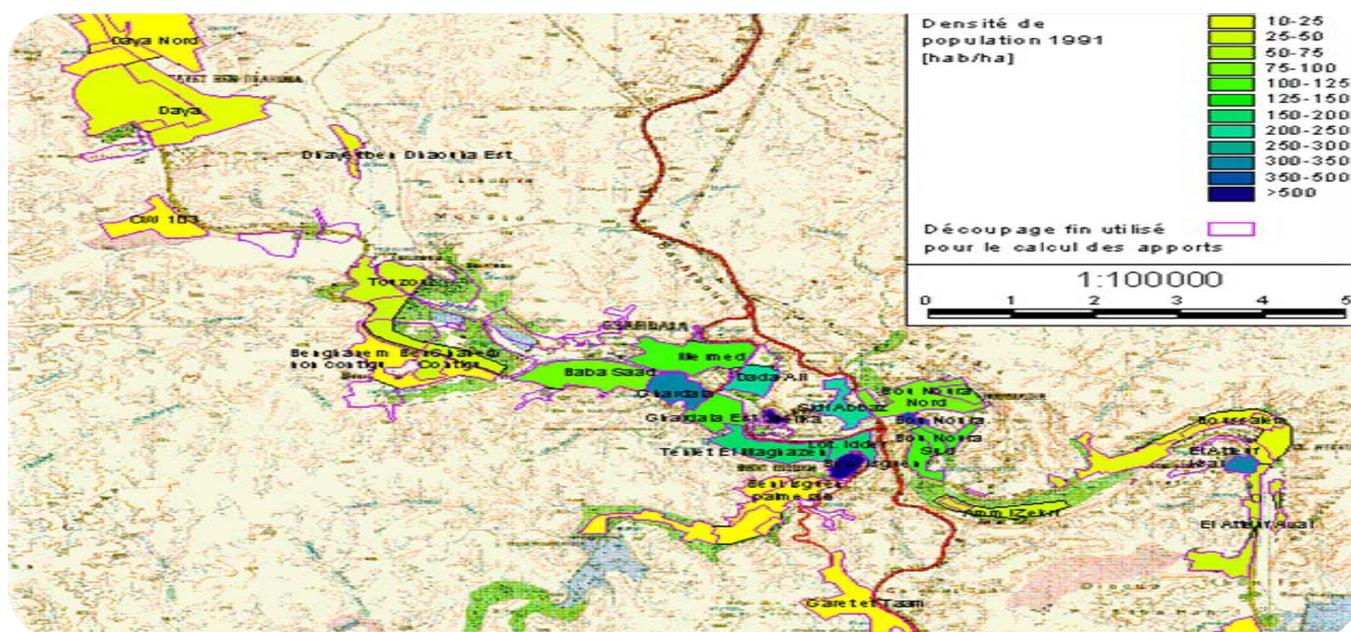


Figure 27 : densité de population 1991 (hab /ha)

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

## 1.6. Description des conditions climatiques :

### 1.6.1. Température :

La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. La température moyenne enregistrée au mois de Juillet est de 35°C, le maximum absolu de cette période a atteint 41 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 12°C, le minimum absolu de cette période a atteint 2.5°C.

En hiver les température d'air minimales sont enregistrée en décembre avec 12° C et en janvier avec 11.01° C, elles peuvent aussi chuter jusqu'à 0°C.

En été la température moyenne est de 36° C peut être atteinte en juillet. En valeur absolue, en été nous pouvons enregistrer des températures d'air moyennes maximales de 40°C et 42°C, avec des pics occasionnels de 46°C .

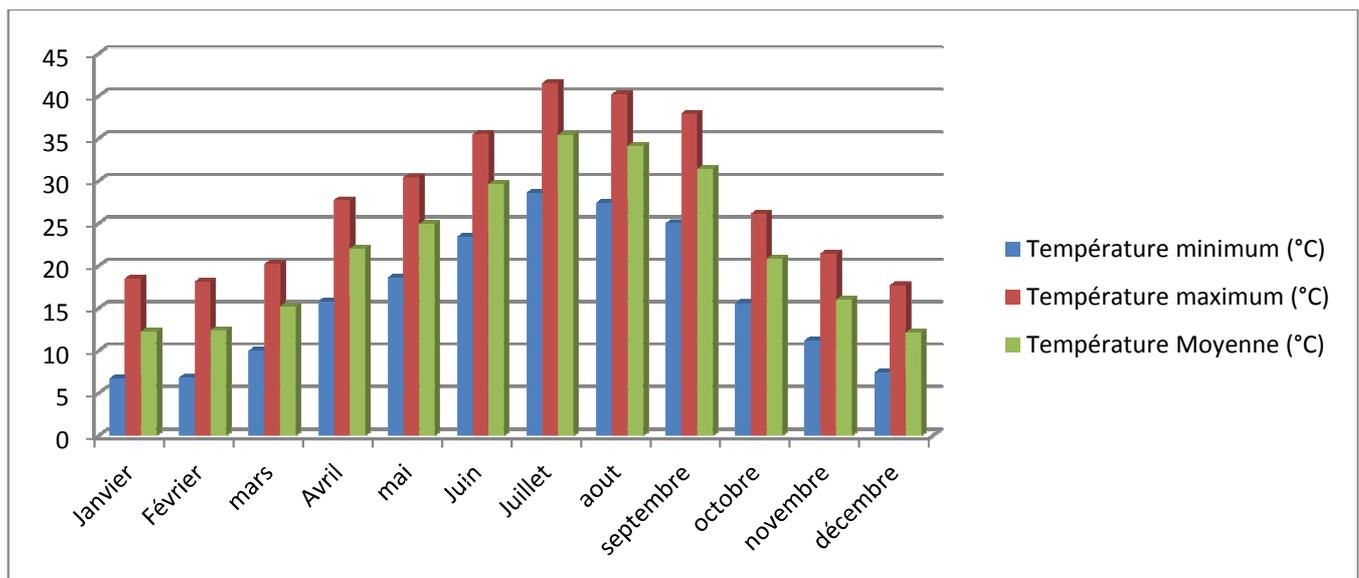


Figure 28:température mensuelle l'année 2011

Tableau 08 :température mensuelle

Année	Température Moyenne (°C)	Température maximum (°C)	Température minimum (°C)
2011			
Janvier	12.2	18.5	6.7
Février	12.4	18.1	6.8

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

mars	15.2	20.2	10
Avril	22	27.7	15.8
mai	24.9	30.4	18.6
Juin	29.6	35.5	23.4
Juillet	35.4	41.5	28.6
aout	34.1	40.2	27.4
septembre	31.4	37.9	25
octobre	20.8	26.1	15.6
novembre	16	21.4	11.2
décembre	12,1	17.7	7.4

## 1.6.2. Ensoleillement :

Les valeurs moyennes mensuelles de l'ensoleillement au niveau de la station de mesure de Ghardaïa sont les suivantes :

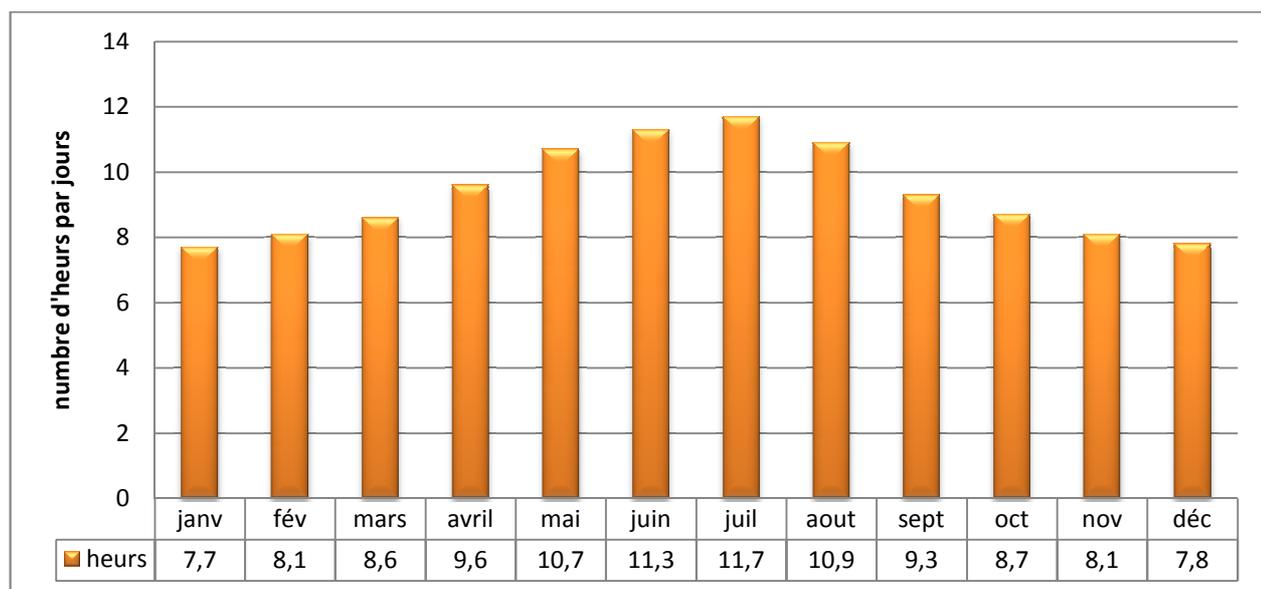
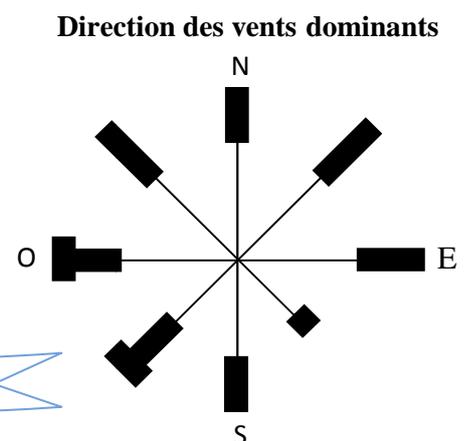


Figure 29 : ensoleillement moyenne mensuelles

## 1.6.3. Les vents :

En hiver, les latitudes les plus basses permettent aux perturbations du front polaire de descendre vers Sud atlantiques et le Sahara septentrional ; les vents

Figure 30:



# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

sont réguliers sur la partie méridionale des hautes pressions, dit : l'Alizé d'Harmattan.

En été, les influences sahariennes s'étendent dans toutes l'Algérie septentrionale jusqu'au Sud de l'Europe à cause des déplacements des hautes pressions vers les latitudes les plus élevées.

- ❖ Au Sud du Sahara : ce sont les vents du Nord à Nord/Est.
- ❖ Au Nord/Est du Sahara : ce sont les vents Alésiens saisonniers Nord à Nord/Est.
- ❖ Au Nord du Sahara : ce sont les vents du Sud très brûlants.

### 1.6.3.1. Les vents d'origine nord :

Les vents du Nord sont les plus fréquents pendant les mois de Janvier à Mars, Octobre et Décembre. Ils sont à l'origine d'importantes précipitations quant les perturbations qui se forment sur la Méditerranée progressent vers le Sud Algérien.

### 1.6.3.2. Les vents d'origine est :

Cette direction prédomine au cours des mois d'Avril jusqu'à Septembre avec des fois des vents soufflant du Nord au Sud. Les vents du Sud sont à l'origine du sirocco qui atteint les côtes méditerranéennes. Ils sont fréquents pendant l'été (Juillet–Août) et rares en hiver mais peuvent se manifester au mois de Septembre.

### 1.6.3.3. Les vents d'origine ouest :

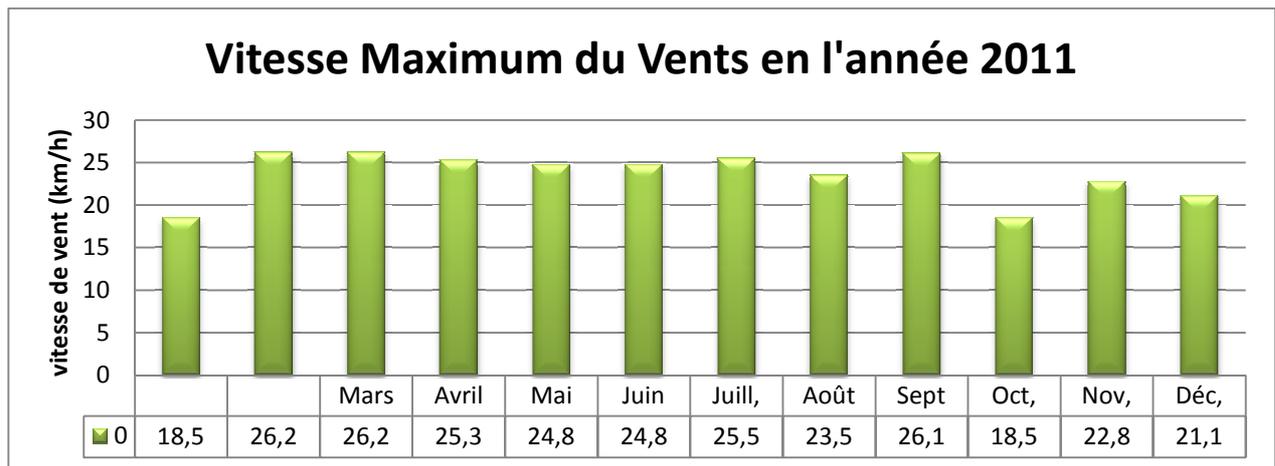
Ces vents sont présents pendant toute l'année avec cependant une certaine force remarquable au cours de l'hiver et du printemps. Les averses qu'on observe pendant ces deux saisons sont dues à ces vents qui circulent d'Ouest en Est.

Nous résumons dans le tableau 22 suivant les vitesses des vents observés entre 1988-2006 de la station de Noumérat :

**Tableau 09 : Moyenne mensuelles des vitesses maximal du vent l'année 2011**

<i>Mois</i>	<i>Janv.</i>	<i>Févr.</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juill.</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>
Vent Max en (km/h)	18,1	26,2	26,2	25,3	24,8	24,8	25,5	23,5	26,1	18,5	22,8	21,1

## Chapitre 01 : Description de la zone d'étude



**Figure 31 :Vitesse Maximum du Vents en l'année 2011**

L'analyse de la figure, montre que la vitesse maximale du vent, mise à part les mois d'janvier et octobre, elle dépasse les 20km/h, avec des piques qui peuvent atteindre 30 Km/h enregistrés en Février et mars et Septembre .

Ces vents de différentes directions sont caractérisés par une circulation importante de grandes masses mouvantes de sable.

Cette mouvance du sable augmente d'avantage en se déplaçant vers le Sud de la zone étudiée.

Ceci Implique la formation des bancs de sable et des dunes, au niveau des obstacles ou lors d'une diminution de la vitesse du vent.

### 1.5.4. Pluviométrie :

**tableau 10 : Précipitation moyenne mensuelle (mm) en 2011**

<i>Mois</i>	<i>Janv.</i>	<i>Févr.</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juill.</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>
Précipitation moyenne (mm)	0	0	49.28	7.87	0	0	12.96	1.53	21.08	57.92	0	3.3

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

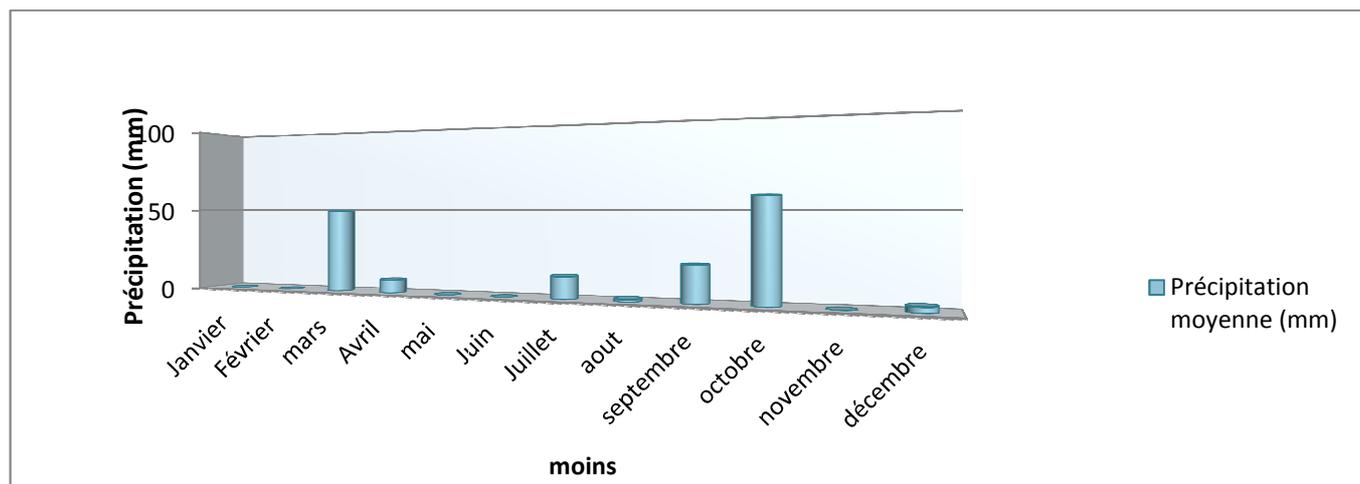


Figure 32 : Précipitation mensuelle en année 2011

## 1.6.5. Évaporation :

### 1.6.5.1. Évaporation mesurée :

L'évaporation est mesurée journalièrement sur le bac type COLORADO de la station de Ghardaïa (1988,2005).

Cette évaporation journalière est définie par la relation :

$$E = P \pm H$$

E : Evaporation journalière du bac en mm,

P : Précipitation en mm,

H : Hauteur d'eau ajoutée ou enlevée dans le bac (mm).

Pour notre zone d'étude, les valeurs observées de l'évaporation du plan d'eau libre sont résumées dans le tableau N°11 suivant :

Tableau 11 : Evaporation moyenne mensuelle (mm)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Annuel
Evaporation (mm)	286,4	179,3	107,5	77,8	81,8	110,6	181,3	246,8	329,7	378,4	439,9	382,0	2801.53

Source ANRH

Nous représentons dans la figure suivante la variation de l'évaporation par rapport à la précipitation et la température.

## Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

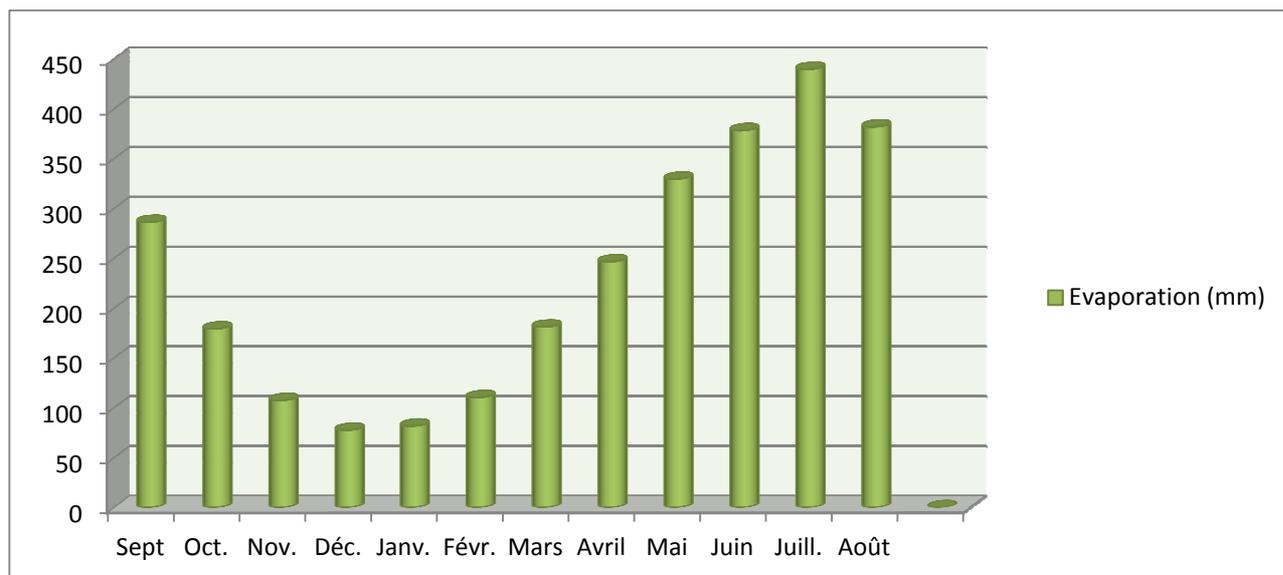


Figure 33 :Evaporation moyenne mensuelle

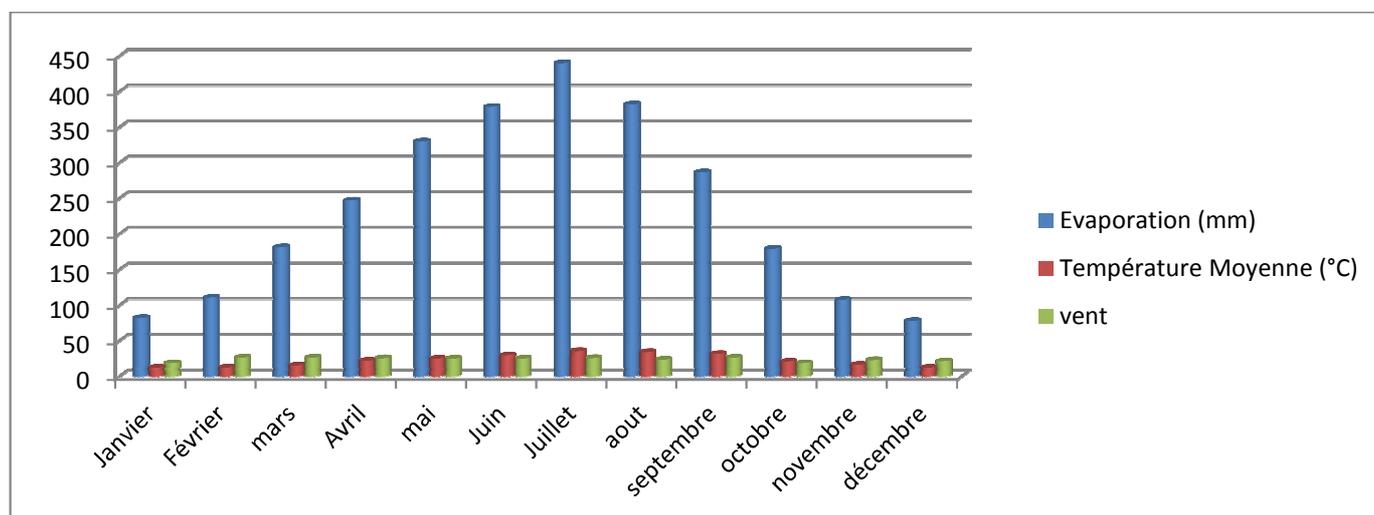


Figure 34 : Evaporation et température et vitesse de vent moyenne mensuelle en année 2011

Nous remarquons que l'évaporation varie proportionnellement à la température et contrairement à la précipitation.

Cette évaporation est faible entre Novembre et Mars et plus faible encore entre Décembre et Janvier, c'est-à-dire durant la période humide, lorsque les précipitations sont plus élevées que les températures.

Au cours des autres mois de l'année l'évaporation est très importante enregistrant des pics très élevés allant à 440 mm le mois de Juillet.

# Chapitre 01 : Description de la zone d'étude

## 1.6.5.2. Évaporation réelle :

Ces mesures ne sont pas représentatives de l'évaporation réelle d'une surface d'eau libre. Cet écart résulte de la différence d'inertie thermique des appareils mis en place ainsi que de l'effet de paroi pour les bacs. Pour déterminer l'évaporation réelle nous sommes appelés à recourir à un coefficient correcteur (K).

D'après diverses études réalisées en Algérie et à l'aide du mémoire réalisé sur la détermination pratique de l'évaporation de (M.RTOU-ORSTOM) le coefficient correcteur retenu pour le bac Colorado est égal à :

$$K = 0.78$$

L'estimation de l'évaporation réelle est résumée dans le tableau 21 suivant :

Tableau 12 :Evaporation Réelle Mensuelle (mm)

Mois	Sept	Oct.	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	An
Evaporation (mm)	223,4	139,9	83,9	60,7	63,8	86,2	141,4	192,5	257,2	295,2	343,1	297,9	2185,2

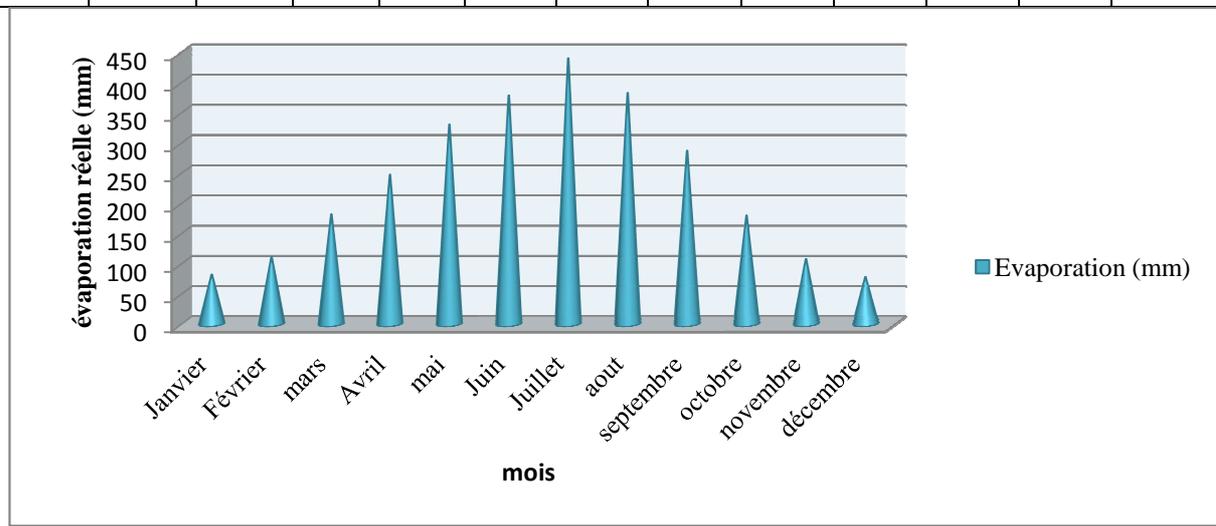


Figure 35 :Evaporation de la surface d'eau libre

Chapitre 02 :

*Généralités sur*

*les eaux usées*

# Chapitre 02 : Généralité sur les eaux usées

## 2.1. Introduction :

### 2.1.1. Définition de la pollution :

Le petit Larousse définit la pollution comme «une dégradation du milieu naturel par des substances chimiques, des déchets industriels ».

On peut aussi la présenter ainsi :

« Modification physico-chimique ou biologique d'un écosystème par l'introduction d'un élément extérieur qui crée des nuisances voire un danger pour le monde du vivant. »

La pollution est la conséquence de l'introduction de matières, en quantité suffisamment importante pour perturber son fonctionnement habituel à court, moyen, ou long terme. La plus part du temps elle est due à l'activité de l'homme mais pas toujours.

Pour cerner correctement la notion de pollution par un effluent, il faut intégrer plusieurs facteurs qui caractérisent l'eau usée et le site où elle est rejetée :

- 1- La nature des produits incriminés,
- 2- Leurs concentrations (leurs quantités) dans l'eau usée,
- 3- La durée pendant laquelle elle est rejetée,
- 4- La sensibilité du milieu récepteur, c'est à dire, de l'écosystème qui recevra ces produits !

A quantité égale tous les produits n'ont pas le même impact polluant. Il peut être plus ou moins important en fonction de leur nature.

Ceux qui ont un impact important à faible concentration sont dits «toxiques » parce que, présents en faible quantité, ils vont modifier de manière importante et dans un sens négatif, l'équilibre de l'écosystème. Cela peut être le cas de métaux lourds, de cyanures, d'arsenic ou des molécules qui sont utilisées pour les traitements phytosanitaires.

L'introduction d'un polluant dans un écosystème peut modifier l'équilibre d'une communauté microbienne et permettre le développement de bactéries pathogènes qui peuvent être à l'origine de maladies chez l'homme, les animaux ou les plantes...

Lorsqu'une eau usée est récupérée dans un réseau de tuyau par exemple, elle est disponible pour être traitée en un point précis. C'est ce que l'on appelle la **pollution localisée**.

Par contre quand des produits chimiques sont répartis dans les champs (comme les engrais, ou des produits phytosanitaires), seulement une partie de ce qui a été répandu sera absorbée par les plantes ou transformée par les micro-organismes du sol.

Les restes qui ne seront pas consommés peuvent être «polluants » car ils seront emportés par les pluies et vont modifier l'équilibre de l'écosystème naturel en d'autres endroits.

## Chapitre 02 : Généralité sur les eaux usées

L'homme ne peut à posteriori rien faire pour éliminer cette pollution, parce qu'elle est répartie sur de grandes surfaces (ou dans de grands volumes d'eau). On la qualifiera de pollution diffuse.

### 2.2. origine des eaux usées :

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles (*Richard, 1996*). Ces eaux proviennent de quatre sources principales :

#### 2.2.1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se répartissent en eau ménagère qui a pour origine les salles de bain et les cuisines, elles sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, et de débris organiques. Il s'agit aussi des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- de 70 à 90 grammes de matières en suspension.
- de 60 à 70 grammes de matières organiques.
- de 15 à 17 grammes de matières azotées.
- 4 grammes de phosphore.
- plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

#### 2.2.2. Les eaux usées industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles contiennent également des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

#### 2.2.3. Les eaux usées pluviales :

Normalement les eaux pluviales ne sont pas forcément polluées. Elles ne sont considérées comme des eaux usées que si elles sont mélangées avec des effluents urbains au niveau des égouts de type unitaire. Elles

## Chapitre 02 : Généralité sur les eaux usées

sont de même nature que les rejets domestiques et peuvent contenir en plus des éléments toxiques (Hamdani, 2002).

### 2.2.4. Les eaux usées de ruissellement agricole :

Il s'agit de rejets liquides agricoles issus du ruissellement d'eau d'irrigation qui entraîne des engrais, des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

### 2.3. Caractérisation des eaux usées :

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (*industrielle, domestique, etc.*). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les micro-organismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives.

#### 2.3.1. Paramètres physicochimiques

##### 2.3.1.1. La température :

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du pH. Donc cette grandeur physique permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables au bon fonctionnement du processus biologique.

##### 2.3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est la mesure du caractère acide ( $1 < \text{pH} < 7$ ) ou basique ( $7 < \text{pH} < 14$ ) des eaux usées. En général, l'activité biologique se situe entre 6.5 et 8 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'autoépuration du milieu naturel.

##### 2.3.1.3. Matières en suspension (MES) :

C'est la quantité de pollution organique et minérale non dissoute dans l'eau (Gomella et Guerree, 1978). Les MES sont responsables d'ensablement et de baisse de pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui entraîne une diminution de l'activité photosynthétique et une chute de la productivité du phytoplancton.

## Chapitre 02 : Généralité sur les eaux usées

### 2.3.1.4 . Demande biochimique en oxygène (DBO) :

Les phénomènes d'autoépuration dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes. La demande biologique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. C'est un paramètre qui permet d'évaluer la fraction de la pollution organique biodégradable .

Par convention, la DBO<sub>5</sub> est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (*Eckenfelder, 1982*).

La gamme de la DBO<sub>5</sub> des eaux usées urbaines au Maroc est 200-400mg/L (*Foutlane, 2005*).

### 2.3.1.5. La demande chimique en oxygène (DCO) :

DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques y compris les matières biodégradables et non biodégradables par voie chimique. Vu la simplicité de mesure de DCO et sa précision, il s'est avéré nécessaire de développer des corrélations entre la DBO<sub>5</sub> et la DCO ainsi le rapport DCO/ DBO<sub>5</sub> des eaux usées urbaines est proche de deux , le rapport DCO/ DBO<sub>5</sub> des effluents domestiques est de 1,9 à 2,5.

### 2.3.1.6. L'azote et le phosphore

#### 2.3.1.6.1.L'azote

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel (*Deronzier et al., 2001*).

#### 2.3.1.6.2. Le phosphore:

C'est la quantité de phosphore total contenu dans l'eau sous diverses formes : polyphosphates, organophosphates et orthophosphates. Le phosphore est aussi responsable de l'eutrophisation du milieu aquatique, d'où l'obligation de sa détermination (*Martin, 1987*).

### 2.4.Oligo-éléments et les toxiques minéraux :

Les oligo-éléments sont toujours présents dans l'eau en quantités très faibles. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus fortes concentrations, ils deviennent toxiques.

## Chapitre 02 : Généralité sur les eaux usées

La plupart sont désignés comme étant "métaux lourds", bien que tous ne soient pas des métaux ; ces éléments sont soumis à des normes, particulièrement en eau potable, mais aussi en rejets industriels, pour les boues d'épuration valorisable en agriculture, pour les épandages de boues de curage de rivières ... (GAUJOUS, 1995).

### 2.5. L'équivalent habitant (EH) :

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml

### 2.6. Les normes algériennes de rejet d'effluents :

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre I, article 2 (voir annexe 1), définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel et fixe, en son annexe, les valeurs limites de ce rejet.

**Tableau 13: Normes de rejets pour l'irrigation (Normes Algériennes)**

Paramètre	Valeurs seuil	unité
Température	< 30	°C
Ph	6.5 à 8.5	-
Oxygène dissout	> 5	mg O <sub>2</sub> /l
MES	< 30	mg/l
DBO <sub>5</sub>	< 40	mg/l
DCO	< 90	mg/l
Azote total	< 50	mg/l
Phosphore (PO <sub>4</sub> )	< 02	mg/l
Huile et graisse	< 20	mg/l
Coliformes fécaux	<1000 CF/100MI	nombre de CF/100mL

Source : ANRH (ALGER)

## Chapitre 02 : *Généralité sur les eaux usées*

### **2.7.Conclusion :**

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels.

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement.

Chapitre 03:

*Le lagunage*

*naturel*

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 3.1. Introduction

La ville de Ghardaïa dispose d'une station d'épuration fonctionnelle, c'est la première du genre dans la wilaya, actuellement elle est destinée à traiter les eaux usées domestiques produites par la population de la vallée du M'Zab par un type de traitement de lagunage naturel. Cette station est située à l'aval de la digue d'EL-Atteuf donc de l'ensemble des agglomérations de la vallée

L'irrigation agricole a besoin de beaucoup d'eau surtout dans les régions sahariennes.

Actuellement l'irrigation se fait depuis des forages c'est-à-dire consommation importante des eaux souterraines dont l'utilisation pourrait être réservée à d'autres besoins, spécialement ceux liés aux activités humaines.

L'importance de la station d'épuration est liée non seulement à la protection de l'environnement, mais également permet de destiner les eaux usées épurées comme une nouvelle ressource d'eau qui puisse couvrir les besoins agricoles et minimiser le gaspillage des eaux souterraines dans les zones arides.

C'est dans ce cadre que nous nous sommes intéressés à un cas précis et particulier, qui est le suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées avant et après leur traitement par lagunage naturel, de la station d'épuration de Ghardaïa.

#### 3.1.1. Définition

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies, impliquant un large éventail de micro-organismes (essentiellement des algues et des bactéries).

Les mécanismes épuratoires et les micro-organismes qui y participent sont, fondamentalement, les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières

### 3.2. Principe de fonctionnement

Les bactéries présentes dans le système consomment la pollution dissoute dans l'eau pour respirer. L'oxygène est produit grâce aux mécanismes photosynthétiques des algues qui poussent et se développent grâce aux engrais qu'apportent les eaux d'égout.

Ces eaux traversent trois bassins successifs d'environ un mètre de profondeur.

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

Lors de l'arrivée dans le premier bassin où les bactéries prolifèrent, la partie organique des eaux usées va être dégradée pour produire des éléments nutritifs.

Ces bactéries consomment de l'oxygène et produisent du CO<sub>2</sub>.

Les particules lourdes décantent dans ce premier bassin et s'accumulent sous forme de boues au fond du bassin (à évacuer après 10ans, peut être épandu dans les terrains agricoles).

Lors de l'arrivée dans le second bassin, les eaux usées sont en présence de sels nutritifs, de soleil et de CO<sub>2</sub>.

Le phytoplancton se développe et produit ici de l'oxygène. Les bactéries pathogènes sont éliminées.

Le zooplancton se développe dans le troisième bassin. Il se nourrit avec le phytoplancton produit dans le second bassin et de bactéries. Il consomme de l'oxygène. La clarification de l'eau peut être assurée par le développement de petits crustacés.

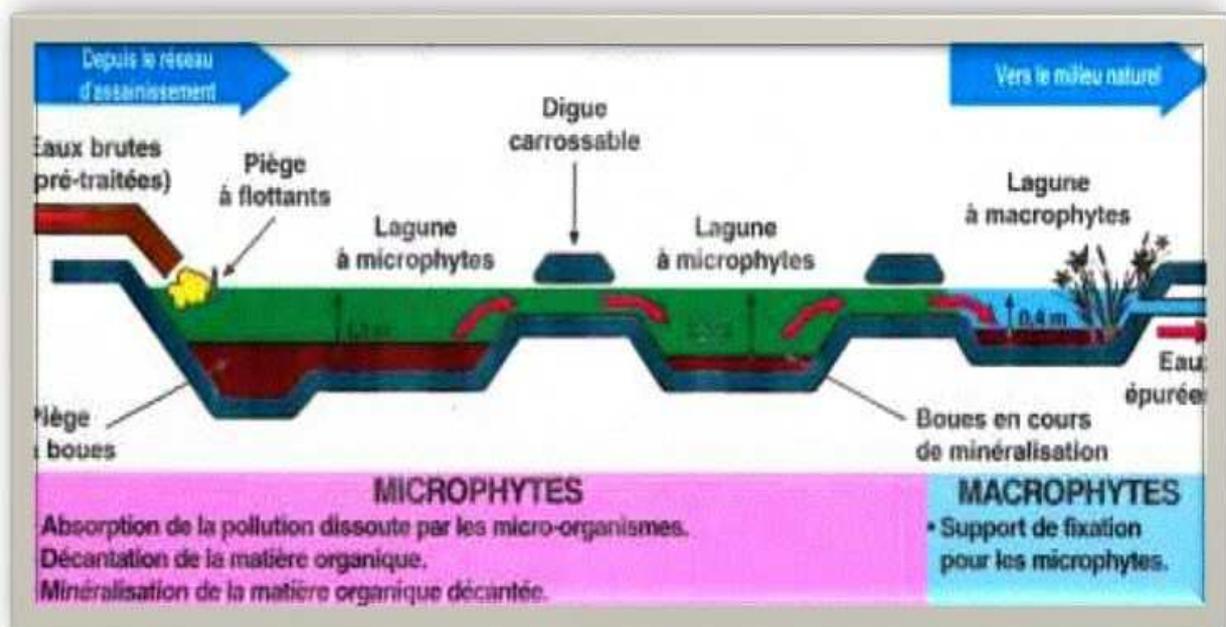


Figure 36 :chemin d'activité bactérienne dans lagune

### 3.2.1. Les Réactions

La dégradation et l'oxydation des matières polluantes s'effectue grâce aux actions de l'oxygène, des algues et de la microflore :

- eaux usées + oxygène => boues + effluent traité

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

La transformation aérobie se modélise comme suit :

- acides aminés =>  $\text{CO}_2 + \text{NH}_3$  (ammoniac)
- $(\text{CH}_2\text{O})_n + n \text{O}_2 \Rightarrow n \text{CO}_2 + n \text{H}_2\text{O}$
- azote d'origine organique (N) =>  $\text{NH}_3 \Rightarrow \text{NO}_2$  (dioxyde d'azote) =>  $\text{NO}_3^-$  (nitrate)
- soufre d'origine organique (S) =>  $\text{SO}_4^{2-}$  (sulfates)
- phosphore d'origine organique (P) =>  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (acide phosphorique) =>  $\text{PO}_4^{2-}$  (phosphate)

Il existe deux zones dans la lagune qui détermine l'activité microbienne :

- La zone supérieure où la dégradation est facilitée (production de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , phosphates et sulfates).
- La zone inférieure où la matière organique se stabilise dans la couche sous-jacente à l'action des bactéries anaérobies où elle sera dégradée en éléments simples qui remonteront dans la partie supérieure.

### 3.3. Les différents types de lagunage :

#### 3.3.1. Le lagunage naturel :

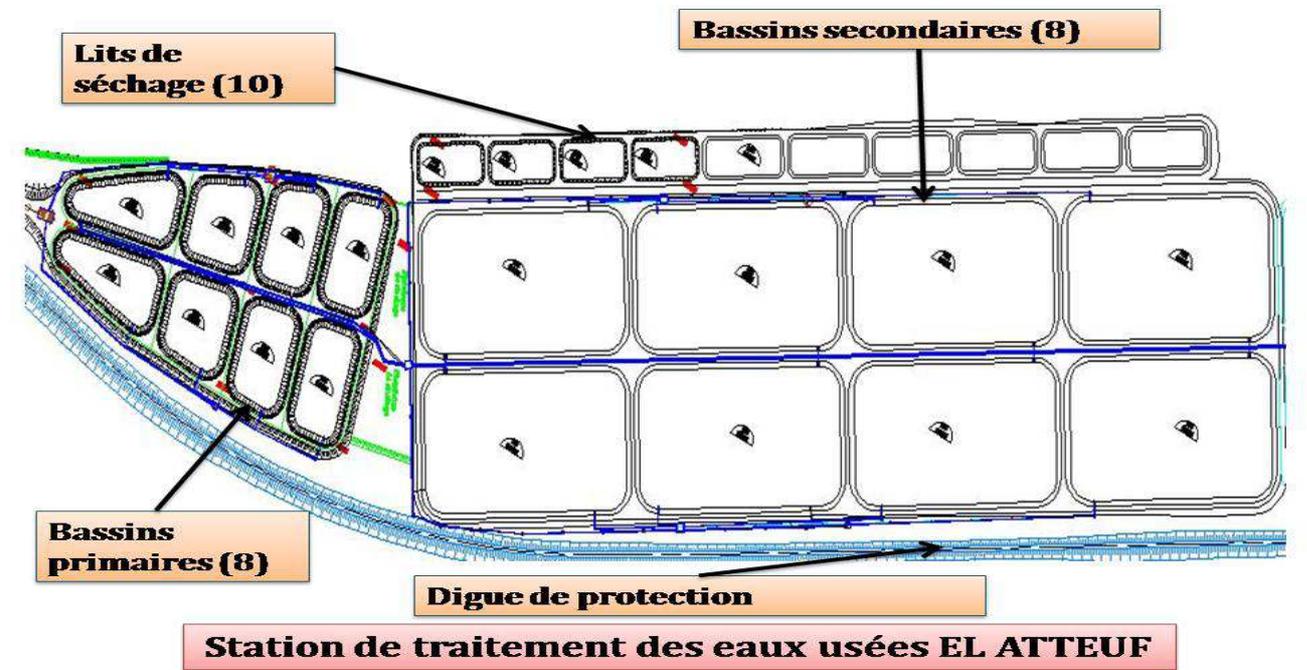


Figure 37 :chemin de la station de traitement des eaux usées el Atteuf

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 3.3.1.1 Étangs anaérobies :

Les bassins anaérobies permettent l'élimination de la pollution carbonée par décantation, la dégradation en milieu anaérobie de la pollution particulière sédimentée en méthane et en gaz carbonique, et d'une fraction élevée des matières colloïdales et solubles de l'effluent brut. La DBO est réduite à 40 % par sédimentation et digestion anaérobie dans les boues sédimentées.

Ces bassins participent à l'élimination partielle et parfois totale de la charge parasitaire.

Mais n'ont pratiquement pas d'action sur la pollution bactérienne.

Leur dimensionnement s'effectue comme suit :

- Volume de la lagune anaérobique (en m<sup>3</sup>) :  $V(a) = \frac{S_e(a) \cdot Q_{j\text{ moy}}}{\lambda a} \Rightarrow V_u(a) = \frac{V(a)}{N_b}$
- Surface de la lagune anaérobique (en m<sup>2</sup>) :  $A(a) = V(a)/P(a)$
- Temps de séjour (en jour) :  $t_s(a) = V(a)/Q_{j\text{ moy}}$
- La DBO de l'effluent à la sortie du bassin :  $S_s(a) = S_e(a)/[1 + T_A(a) \cdot t_s(a)]$

Avec :

$S_e(a)$  : Charge en DBO<sub>5</sub> de l'affluent brut en mg DBO<sub>5</sub>/l ;

$\lambda a$  : Charge volumique en DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/j en fonction de la température du mois le plus froid (< 10°C) ;

$P(a)$  : Profondeur de la lagune (entre 2 et 5 m).

**Note :** – Si  $t_s(a) < 1j$  on prend  $t_s(a) = 1j$  et on recalcule le volume et la surface.



**Figure 38 : bassin étangs anaérobies**

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

**Tableau 14 : Les limites appliquées pour garantir le bon fonctionnement**

Température (°C)	Charge volumique (mg/l/j)	Rendement sur la DBO <sub>5</sub> (%)
T < 10	100	40
10 < T < 20	20 T - 100	2 T + 20
20 – 25	10 T + 100	2 T + 20
T > 20	300	60

T : Température du mois le plus froid en °C.

### Caractéristique :

Le volume des lagunes primaires a été déterminé au stade APS. Le calcul de ce volume résulte de la prise en compte des paramètres suivants :

- Débit moyen journalier à capacité nominale : 46 400 m<sup>3</sup> / j,
- Charge journalière de pollution à traiter à capacité nominale : 11 600 kg DBO<sub>5</sub> / j,
- Population raccordée à capacité nominale : 331 700 EH (Equivalent Habitant).
- Charge volumique Cv : 100 g DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> / j,
- Temps de séjour des eaux usées dans les lagunes minimum de 3 j,
- Charge surfacique Cs supérieure à 1000 kg DBO<sub>5</sub> / Ha / j,
- Hauteur d'eau de 3,50 m.

### 3.3.1.2. Étangs aérobies

Ce sont des bassins entièrement aérobies. La taille et le nombre de bassins dépend des normes de rejet et de la qualité microbiologique souhaitée. Le premier but des bassins de maturation est l'enlèvement des pathogènes, avec une élimination simultanée de la DBO. Donc, si l'eau traitée sera utilisée pour l'irrigation de la récolte il faudra déterminer le nombre de coliformes fécaux par 100 ml et de œufs d'helminthe par litre.

- Volume du 1<sup>er</sup> bassin de maturation :  $V(m_1) = Q(f) \cdot t_s(m_1)$

- Surface du 1<sup>er</sup> bassin de maturation :  $A(m_1) = V(m_1)/P(m_1)$

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

- Temps de rétention hydraulique minimal :  $t_s^{min}(m) = \frac{10 \cdot S_s(f) \cdot P(m_1)}{0,75 \cdot C_s(f)} = t_s(m_1)$
- Coliformes fécaux :  $CF_s(m_1) = \frac{CF_e(m_1)}{1 + K_{CF}(T) \cdot t_s(m_1)}$  (en UFC/100 ml)
- Œufs d'helminthes :  $He_s(m_1) = He_e(m_1) \cdot (1 - K_{He}(m_1))$  (en UFC/100 ml)

Avec :  $Q(f) = Q(a) - [0,001 \cdot e \cdot A(f)]$

$$CF_e(m_1) = CF_s(f) \quad \text{Et} \quad He_e(m_1) = He_s(f)$$

$$K_{He}(m_1) = 1 - [0,41 \cdot \exp(-0,49 \cdot t_s(m_1) + 0,0085 \cdot (t_s(m_1))^2)]$$

Où :

$H$  : Niveau d'eaux usées dans le bassin de maturation en m (entre 1 et 1,5 m).

$t_s(m_1)$  : Temps de séjour dans le premier bassin de maturation en j ;

$CF_s(m_1)$  : Nombre des coliformes fécaux à la sortie du 1<sup>er</sup> bassin de maturation (U/100 ml) ;

$He_s(m_1)$  : Nombre des œufs d'helminthes à la sortie du 1<sup>er</sup> bassin de maturation en U/100 ml ;

$CF_e(m_1)$  : Nombre des coliformes fécaux à l'entrée du 1<sup>er</sup> bassin de maturation (U/100 ml) ;

$He_e(m_1)$  : Nombre des coliformes fécaux à l'entrée du 1<sup>er</sup> bassin de maturation (U/100 ml) ;

$K_{He}(m_1)$  : Taux de réduction des œufs d'helminthes en j-1 dans le 1<sup>er</sup> bassin de maturation;

Si le nombre de coliformes fécaux et des œufs d'helminthes sont supérieurs à ceux requises par la norme d'irrigation, on ajoute d'autres bassins, en prenant compte que :

- Temps de séjour du bassin n° (n) :  $t_s(m_n) = K_{CF}(T) \cdot CF_s(m_1)^{1/n} / CF(m_n)$
- Coliformes fécaux (n<sup>ème</sup> bassin) :  $CF_s(m_n) = \frac{CF_e(m_1)}{[1 + K_{CF}(T) \cdot t_s(m_2)] \times \dots \times [1 + K_{CF}(T) \cdot t_s(m_n)]}$

Il faut résoudre l'équation en augmentant le n jusqu'à ce que :  $t_s(m_n)$  soit  $< t_s(m_1)$ .

### 3.3.1.3. Étangs facultatifs :

Les bassins facultatifs se caractérisent par leurs grandes dimensions, et le temps de séjour qui peut atteindre une quinzaine de jours. Leur principale mission est l'élimination de la DBO, mais ils permettent également une réduction notable de la charge bactérienne.

Le dimensionnement consiste à calculer :

- Surface du bassin facultatif en m<sup>2</sup> :  $A(f) = \frac{10 \cdot S_s(a) \cdot Q_{j\ moy}}{CS(f)}$
- Charge surfacique :  $CS(f) = 350 \cdot (1,107 - 0,002 \cdot T)^{(T-25)}$
- Volume du bassin facultatif :  $V(f) = A(f) \cdot P(f)$
- Temps de séjour (en jours) :  $t_s(f) = \frac{2 \cdot P(f) \cdot A(f)}{2 \cdot Q_{j\ moy} - 0,001 \cdot e \cdot A(f)}$

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

- La DBO de l'effluent à la sortie du bassin :  $S_s(f) = \frac{S_s(A)}{1 + T_A(f) \cdot t_s(f)}$

- Où le taux d'abattement de la DBO<sub>5</sub> :  $T_A(f) = 0,1 \cdot (1,05)^{(T-20)}$

Avec :  $e = 90 \cdot T + 300$  (en mm/j)

$S_s(A)$  : DBO à la sortie du bassin anaérobie.

$C_s(f)$  : Valeur admissible de la charge surfacique (< 350 kg DBO/ha/j) ;

$T$  : Température du mois le plus froid ;

$P(f)$  : Profondeur moyenne des eaux usées dans les bassins (entre 1 et 2,5 m) ;

$T_A$  : Taux d'abattement de la DBO<sub>5</sub> en % ;

$L_s(A)$  : Charge DBO de l'affluent (mg DBO/l) ;

$e$  : Evaporation nette (m/j) ;

$T$  : Température moyenne annuelle de la région étudiée, en °C.

Si  $t_s(f) < 5$  j on le prend = 5 j et on recalcule la profondeur par la relation :

$$A(f) = 5 \cdot Q_{j \text{ moy}} / P(f)$$

Il faut que  $S_s(f)$  soit inférieure à 120 mg/l, si ce n'est pas le cas il faudra augmenter  $t_s(f)$  jusqu'à avoir :

$$S_s(f) = 120 \text{ mg/l.}$$

Si l'eau traitée sera utilisée pour l'irrigation de la récolte il faudra déterminer le nombre de coliformes fécaux par 100 ml et de œufs d'helminthe par litre selon les formules suivantes :

- Coliformes fécaux :  $CF_s(f) = \frac{CF_e(a)}{[1 + K_{CF}(T) \cdot t_s(a)] \cdot [1 + K_{CF}(T) \cdot t_s(f)]}$

- Œufs d'helminthes :  $He_s(f) = He_e(a) \cdot (1 - K_{He}(a)) \cdot (1 - K_{He}(f))$

Avec :  $K_{CF}(T) = 2.6 \cdot (1.19)^{(T-20)}$

$$K_{He}(f) = 1 - [0.41 \cdot \exp(-0.49 \cdot t_s(f)) + 0.0085 \cdot (t_s(f))^2]$$

Où :

$CF_s(f)$  : Nombre des coliformes fécaux à la sortie du bassin facultatif (U/100 ml) ;

$He_s(f)$  : Nombre des œufs d'helminthes à la sortie du bassin facultatif (U/100 ml) ;

$CF_e(a)$  : Nombre des coliformes fécaux à l'entrée du bassin anaérobie (U/100 ml) ;

$He_e(a)$  : Nombre des œufs d'helminthes l'entrée du bassin anaérobie (U/100 ml) ;

$K_{CF}(T)$  : Taux de réduction des coliformes fécaux en j<sup>-1</sup> (Vitesse de décontamination) ;

$K_{He}(f)$  : Taux de réduction des œufs d'helminthes en j<sup>-1</sup> dans le bassin facultatif (vitesse de décontamination)

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### Caractéristique :

Le volume des lagunes secondaires a été déterminé au stade APS. Le calcul de ce volume résulte de la prise en compte des paramètres suivants :

- Débit moyen journalier à capacité nominale : 46 400 m<sup>3</sup> / j,
- Charge journalière de pollution à traiter à capacité nominale : 11 600 kg DBO<sub>5</sub> / j,
- Population raccordée à capacité nominale : 331 700 EH (Equivalent Habitant).
- Charge surfacique Cs maximale : 200 kg DBO<sub>5</sub> / Ha / j,
- Temps de séjour des eaux usées dans les lagunes minimum de 10 j,
- Hauteur d'eau de 1,60 m.

#### 3.3.1.4. lit de séchage

Le séchage des boues peut se pratiquer à l'air libre et être combiné par une évaporation naturelle et un drainage de l'eau libre à travers une couche filtrante de sable et de gravier



**Figure 39 : lit de séchage**

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 3.3.1.4.1 Technique intensives (cas de stepe kaf doukhan)

Les étapes de calcul sont les suivantes :

- Production des boues majorée :  $q'_0 = q_0 \cdot (1 + M)$  (en l/hab/j)
- Surface des lits de séchage :  $S = q'_0 \cdot 1000 \cdot 365/9 \cdot 0,2$  (en m<sup>2</sup>)

Avec :

$q_0$  : Production de boues d'après le tableau ci-dessus (= 0,48 l/hab/j pour le lit bactérien et 0,79 l/hab/j pour un bassin à boues activées) ;

$M$  : Majoration égale à 20 %.

### 3.3.1.4.2. Techniques extensives

- Surface totale des lits de séchage :  $S_T = \frac{V/lagune}{He}$  (en m<sup>2</sup>)
- Volume de boues à curer par lagune :  $V_{/lagune} = \frac{Q_{MS}}{C_{MSC}} \times 1000$  (en m<sup>3</sup>)
- Quantité des MS à curer par lagunage :  $Q_{MS} = \frac{P_{MS}}{N^\circ} \times F(T)$  (en tMS)
- Fréquence de curage des lagunes :  $F_L(T) = \frac{V}{V_{ab}}$  (en mois)
- Production annuelle totale en Matière sèche :  $P_{MS} = \frac{V_{ab} \cdot C_{MS}}{1000}$  (en tMS/an)
- Volume annuel total de boues produites :  $V_{ab} = \frac{P_e \cdot B_p}{1000}$  (en m<sup>3</sup>)
- Volume de curage d'une seule lagune :  $V = 0,25 \cdot V_{Ba}$  (en m<sup>3</sup>)
- Nombre de lits de séchage :  $N_{lit} = S_T/S_u$

Avec :

$t_s$  : Temps de séjour (varie entre 2 à 5 jours) ;

$P_e$  : Population raccordée en 2040 ;

$B_p$  : Production des boues totale en l/hab/an ;

$C_{MS}$  : Concentration en matière sèche dans les lagunes (g/l) ;

$V_{Ba}$  : Volume du bassin d'aération (m<sup>3</sup>) ;

$N^\circ$  : Numéro de lagune ;

$C_{MSC}$  : Concentration en matière sèche des boues curées (g/l) ;

$S_u$  : Surface unitaire d'un seul lit (proposée).

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 3.3.2. Le lagunage aéré :

Ces étangs comportent un mode d'aération mécanique, tel que des aérateurs de surface ou des diffuseurs avec soufflante, qui augmente l'alimentation en oxygène provenant de moyens naturels, tels que la réaération en surface ou la photosynthèse. Les étangs aérés sont ordinairement de 2 à 6 m de profond et ils sont généralement suivis d'un bassin de lagunage à microphytes dans lequel les particules en suspension qui n'ont pas décanté dans l'étang aéré, brassé ou partiellement brassé, se déposent et se dégradent par voie anaérobie.

### 3.4. Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage :

#### 3.4.1. La durée du jour et l'intensité de l'ensoleillement :

La durée du jour conditionne, dans une certaine mesure, la vitesse de multiplication du phytoplancton. L'intensité de l'ensoleillement a une influence sur l'activité photosynthétique des végétaux. Si le ciel reste couvert pendant plusieurs jours, surtout en été alors que le phytoplancton est abondant, la production de l'oxygène due à la photosynthèse pendant la journée devient moins importante, ce qui risque d'entraîner une désoxygénation passagère

#### 3.4.2. La température :

Les écarts de température exercent une influence sur le bon fonctionnement des systèmes de lagunage naturel. La croissance des algues est favorisée par une température élevée. Lorsqu'ils sont bien ensoleillés et bien oxygénés, les bassins aérobies ne dégagent pas d'odeur. Un ciel nuageux, plusieurs jours de suite, affaiblit le phénomène de photosynthèse créant ainsi des zones anaérobies dont les produits de fermentation conduisent à de mauvaises odeurs. La température intervient aussi dans le calcul du dimensionnement des installations ; les moyennes mensuelles des cinq dernières années doivent alors être connues .

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 3.4.3. Le régime des vents dominants dans la région et leur orientation :

Les vents dominants sont ceux dont la direction est la plus fréquente. Ce régime des vents étant connu pour une région donnée, nous permet de fixer l'implantation du système de telle sorte à éviter le rabattement sur les habitations des mauvaises odeurs susceptibles de provenir de l'installation, et de ne pas avoir des effets néfastes sur l'ouvrage (dégradation des digues par batillage)

### 3.4.4. L'évaporation :

L'évaporation est un facteur très important. Elle est très intense en période estivale (10 à 15 mm/j). Conjugée à une infiltration importante, elle peut être néfaste et doit donc être prise en considération lors des calculs de dimensionnement des bassins

### 3.4.5. La pluviométrie :

Elle devrait également être connue pour le calcul de la hauteur des digues, afin d'éviter tout risque éventuel d'inondation .

## 2.5. Exploitation du lagunage :

L'exploitation des lagunes aérobies ou facultatives n'exige que peu d'expertise, puisque le préposé à cette tâche ne peut influencer les paramètres fondamentaux à l'exception de la hauteur d'eau.

Il devrait néanmoins, à intervalles réguliers, prendre des mesures de certaines variables telles que le débit d'arrivée, la hauteur d'eau, la charge organique, la turbidité, la température et la DBO de l'effluent ; il doit prendre note des phénomènes anormaux ou singuliers qui peuvent influencer sur le comportement de l'étangs : prolifération inusité des algues, gel, perte inexplicquée de niveau, etc.

Dans le cas des étangs aérés, il convient de vérifier le fonctionnement des dispositifs d'aération et la concentration en oxygène dissous de l'effluent. En revanche, il faut porter une attention particulière à l'entretien général de l'étang, des digues, de la clôture et du terrain compris dans l'enceinte (BAUDRY, 1984).

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 2.6. Contraintes d'exploitation :

Parmi les contraintes d'exploitation, il faut signaler les suivantes :

- Passage de l'exploitant une à deux fois par semaine ;
- Suppression des mauvaises herbes ;
- Suppression des rongeurs ;
- Suppression des matières flottantes ;
- Limitation de la prolifération d'insectes par l'emploi judicieux d'insecticides ;
- Très faible technicité requise pour l'exploitant ;
- Très faible consommation énergétique (voire nulle) ;
- Curage contraignant et coûteux des boues, tous les 1 à 5 ans, dans le bassin de tête, tous les 10 à 20 ans dans tous les bassins.

### 3.7 Avantages et Inconvénients du lagunage

#### 2.7.1 Avantages :

- Bonne élimination de la pollution bactériologique
- Efficace sur des effluents peu concentrés
- Bonne réactivité à des variations de charges polluantes
- Très faible consommation énergétique
- Bonne intégration paysagère
- Exploitation simple

## Chapitre 03 : le lagunage naturel

### 3.7.2 Inconvénients :

- Performances épuratrices faibles
- Sensible aux effluents concentrés
- Besoin en surface important
- Entretien des berges des bassins
- Curage tous les 10ans
- Possibilité d'altération du traitement au cours du temps
- Pas de maîtrise humaine du processus

### Conclusion

Le lagunage est fortement dépendant des conditions climatiques (essentiellement de la température), et la qualité des rejets peut donc varier selon les saisons. L'emprise au sol est relativement importante.

Les coûts d'investissement sont non seulement dépendants du prix du terrain, mais aussi de la nature du sol. Sur un sol perméable, il sera indispensable d'ajouter un revêtement imperméable, et dans ce cas, l'investissement peut s'avérer onéreux, voire difficilement abordable.

Malgré ces défauts, le lagunage reste une technique efficace (également pour l'azote, le phosphore et germes pathogènes) bon marché, ne nécessitant pas de construction en dur (génie civil simple) et s'intégrant parfaitement au paysage.

De plus, aucun apport d'énergie n'est requis si le terrain est en pente.

Chapitre 4 :

*partie pratique*

## Chapitre 04 : parties pratique

### Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. Les analyses ne sont valides que si le prélèvement et l'échantillonnage ont été entourés de soins suffisants ; la séquence prélèvement échantillonnage-conservation-analyse constitue alors une chaîne cohérente pour la quelle on aura conscience de ne négliger aucun maillon.



**Figure 40 et 41 et 42 : primaire et secondaire sortie des rejets de la step**

Pour avoir des résultats analytiques significatifs, il est très important de connaître le devenir de l'échantillon entre le prélèvement et l'analyse. Le moyen le plus courant de conservation des échantillons d'eaux résiduaires consiste à les garder dans une mallette isotherme de température comprise entre 0 et 4°C jusqu'à leur arrivée au laboratoire dans un temps ne dépassant pas les 24 heures.

Pour stabiliser un échantillon ou du moins, ralentir toutes réactions éventuelles, il n'existe pas de panacée. On recommande de prendre pour chaque analyse des précautions particulières et parfois, d'ajouter des agents chimiques (conservateurs) (voir annexe 4) afin d'éviter certaines transformations lors du transport ou certaines interférences au moment de l'analyse en laboratoire.

# Chapitre 04 : parties pratique

## 4.1. paramètre de dimensionnement :

### 4.1.1. paramètre physico-chimique :

#### 4.1. 1.1. température :

Nous avons mesuré le T de nos échantillons à l'aide d'un thermomètre de laboratoire (Figure 43)

#### 4.1. 1.2. potentiel hydrogène( PH) :

Nous avons mesuré le pH de nos échantillons à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire (Figure 43)

#### 4.1. 1.3 . conductivité :

##### Conductimètre :

Il correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, l'unité est en micro siemens par centimètre (us/ cm). (figure 43).



**Figure 43 : Ph mètre & Conductimètre  
et thermomètre**

#### 4.1. 1.4. turbidité :

##### Turbidimètre :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes.



**Figure 44 :turbidimètre**

## Chapitre 04 : parties pratique

Tableau 15 : résultat final de ph et  $\mu$  et turbidité

Paramètre	Entré	Seconde	Sortie
PH	6.965	7.80	7.76
Conductivité	2.84	2.78	2.93
Turbidité	241	310	47.1

### 4.1. 1.5 . matière en suspension

#### -Mode opératoire :

1. Dans des eaux d'une faible concentration en MES on utilise des filtre.
2. Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
3. Mettre dans l'étuve pendant quelque minutes.
4. Sortir le filtre puis le mettre dans le dessiccateur pour refroidissement.
5. Puis peser le filtre sur la balance jusqu' à obtention d'un poids stable.
6. Prendre une fiole de 100 ml laver avec de l'eau de robinet puis avec l'eau distillée.
7. Prendre une prise d'essai de 100 ml , placer le filtre dans la rompe de filtration .
8. Verser le volume d'eau (100ml) jusqu'à filtration complète.



Figure 45 : filtration de matière en suspension

9. Récupérer le filtre et le mettre a l' étuve à 150°C pendant 2 heures



Figure 46: L'étuve

## Chapitre 04 : parties pratique

10. Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 min jusqu'à refroidissement .



Figure 47 : dessiccateur

11. Peser le filtre :

$$\text{MES}_{\text{mg/l}} = \frac{P_0 - P_v}{100} 100\,000 = (P_0 - P_v) 1000$$

### matière minérale :

12. Mettre les filtre dans le four à moufle à 525°C pendant 2 h.



Figure 46 : le four à moufle.

13 . Peser après, ce qui correspond a la matière minérale

Pour recherche les matière volatiles :

$$\text{M.V.S}_{(\text{mg/l})} = \text{M.E.S} - \text{matière minérale}$$

## Chapitre 04 : parties pratique

**Tableau 16 : les résultats expérimentales de MES**

Simple	N° de creuse	Poids de creuse vide (g)	Poids de papier filtré (g)	Poids de verre (g)	Poids de MES + verre + papier filtré (g)	Poids de MES + creuse + papier filtré (g)
1	13	20.460	1.04	13.62	14.69	20.480
2	17	18.300	1.28	13.67	14.97	18.315
3	15	18.176	1.244	13.18	14.43	18.182

**Tableau 17 : les résultats finales expérimentales MES**

MES		MVS		matière minéral	
G	Mg/l	g	Mg/l	g	Mg/l
0,03	30	0.01	10	0.02	20
0,02	20	0.005	5	0.015	15
0,01	10	0.004	4	0.006	6

### **4.1. 1.5. demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

#### **Principe (par dilution)**

La mesure de l'oxygène de l'échantillon s'effectue au début et après 5 jours L'échantillon est stocké à l'abri de la lumière, à 20°C.

#### **Normes**

Pour eau épurée :

>10'000 EH: 15 mg/l O<sub>2</sub> Taux d'épuration 90%

<10'000 EH: 20 mg/l O<sub>2</sub> Taux d'épuration 90%

#### **But**

Détermination de la quantité d'oxygène en mg/l consommée par les microorganismes présents

dans un volume d'échantillon durant 5 jours.

Pour déterminer DBO<sub>5</sub> on multiplie la valeur DB C<sub>5</sub> fois le facteur de dilution.



**Figure 48 : DBO mètre**

## Chapitre 04 : parties pratique

### 4.1.1.6. demande chimique en oxygène (DCO)

C'est l'oxydation énergétique en milieu sulfochromique, avec une modification la concentration en dichromate de potassium et un dosage spectrophotométrique de l'oxydant résiduel en fonction des caractéristiques spectrales des solutions.

#### 4.1.1.6.1. Calculer DCO depuis DBO :

On a  $3 \leq \text{DCO} / \text{DBO} \leq 5$  et la Norme de DBO EH  $< 10'000 = 20 \text{ mg/l}$

DBO <sub>reel</sub> / DBO <sub>norme</sub>	0% à 40%	DCO / DBO $\approx 5$
	40% à 60%	DCO / DBO $\approx 4$
	>>60%	DCO / DBO $\approx 3$

et 1-  $\text{DBO}_{\text{reel}} / \text{DBO}_{\text{norme}} = 125 / 20 = 6.25$

2-  $\text{DBO}_{\text{reel}} / \text{DBO}_{\text{norme}} = 39.2 / 20 = 1.96$

3-  $\text{DBO}_{\text{reel}} / \text{DBO}_{\text{norme}} = 24 / 20 = 0.96$

#### remarque

on utilisé cette méthode pour calculé la DCO parce que il n'a pas d'appareil de DCO mètre

Donc :  $\text{DCO} / \text{DBO} = 5$

$$1- \text{DCO} = \text{DBO} \times 5 \leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1 - 125 \times 5 = 625 \\ 2 - 39.2 \times 5 = 196 \\ 3 - 24 \times 5 = 120 \end{array} \right\}$$

### 4.1. 1.7. dosage de calcium (Ca<sup>2+</sup>)

#### a. Principe :

Titration par complexométrique du calcium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène-diamine tétracitrique(EDTA) à un **pH=10**, en présence de **HSN** qui donne couleur bleu.

#### b. Mode opératoire :

- **50ml** de l'échantillon dans une Erlen Meyer.

## Chapitre 04 : parties pratique

- 2ml de l'hydroxyde de sodium **Na OH**.
- 0.2g de l'indicateur **HSN**.
- Ajouter l'EDTA (jusqu'à virage bleu).

### **c. Expression des résultats :**

La teneur en  $\text{Ca}^{2+}$  exprimée en milli mole par litre est donnée par l'équation.

$$C_{\text{Ca}^{2+}} = C_1 \cdot V_3 / V_0$$

$C_1$  : La concentration, exprimée en m.mol par litre de la solution EDTA

$V_0$  : Le volume exprimé en **ml**, de la prise d'essai.

$V_3$  : Le volume exprimé en **ml**, de l'EDTA utilisé pour le dosage.



**Figure 49 : couleur de l'indicateur HSN avant et après point de virage**

Après simplification on à :

$$C_{\text{Ca}^{++}}(\text{mg/l}) = V_{\text{EDTA}} \times f \times 8.016$$

**f** : Facteur de dilution dans ce cas **f=2**.

La valeur **8.016** est constante.

## Chapitre 04 : parties pratique

### **d. Application numérique :**

**Répartiteur primaire :**

$$C_{ca}^{2+} (mg/l) = 16.5 \times 2 \times 8.016 = 264.528 \text{ mg/l}$$

**Répartiteur secondaire :**

$$C_{ca}^{2+} (mg/l) = 15.4 \times 2 \times 8.016 = 246.892 \text{ mg/l}$$

**Rejet finale :**

$$C_{ca}^{2+} (mg/l) = 15.1 \times 2 \times 8.016 = 242.083 \text{ mg/l}$$

### **4.1.1.8. TH (Dureté totale) ou titre hydrotimétrique :**

Titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène.

Il y'a deux types de dureté :

-Dureté permanente.

-Dureté temporaire.

#### **-Principe :**

Pour le **TH** on utilisant la solution tampon avec indicateur mordant noir et l'**EDTA** pour titrer on obtient la couleur bleu.

Dans la plupart des cas, le **TH** est due aux ions **Ca<sup>++</sup>** et **Mg<sup>++</sup>**.

#### **-Mode opératoire :**

-**50ml** de l'échantillon dans une Erlen Meyer.

-**4ml** de solution tampon.

-**3** gouttes de l'indicateur au mordant **noir 11**

-La couleur doit être rouge foncé ou violette et son **pH=10±0.1**

-Titre à l'aide de l'**EDTA** (goutte à goutte).

## Chapitre 04 : parties pratique

-Jusqu'à virage bleu.

### -Expression des résultats :

La teneur globale en  $\text{Ca}^{++}$  et en  $\text{Mg}^{++}$ ,  $C_{\text{ca+Mg}}$  m.mol/l.

Est donné par l'équation.

$$C_{\text{ca+Mg}} = (C_1/V_0) \times V_X$$

$C_1$  : La concentration, exprimée en m.mol de l'EDTA.

$V_0$  : Le volume, en ml de l'échantillon utilisé(en général **50ml**).

$V_X$  : Le volume de l'EDTA utilisé pour le titrage.

Et après simplification on à :

$$C_{TH}(\text{mg/l}) = V_{\text{EDTA}} \times f \times 20$$

$f$  : Facteur de dilution dans ce cas  **$f=2$** .

La valeur **20** est constante.

Donc :

**Répartiteur primaire :**

$$C_{TH}(\text{mg/l}) = 27.3 \times 2 \times 20 = 1092 \text{ mg/l}$$

**Répartiteur secondaire :**

$$C_{TH}(\text{mg/l}) = 27.8 \times 2 \times 20 = 1112 \text{ mg/l}$$

**Rejet finale :**

$$C_{TH}(\text{mg/l}) = 28.8 \times 2 \times 20 = 1152 \text{ mg/l}$$

## Chapitre 04 : parties pratique

### 4.1.1.8.1 calcule concentration de Magnésium Mg<sup>2+</sup>

La relation suivante pour trouver le teneur de Mg<sup>++</sup>

$$C_{Mg^{2+}} \text{ (mg /l)} = (V_{EDTA}(TH) - V_{EDTA}(Ca^{2+})) \times f \times 4,86$$

f : Facteur de dilution dans ce cas **f=2**.

La valeur **4,86** est constante.

Application numérique :

**Répartiteur primaire**

$$C_{Mg^{2+}} \text{ (mg /l)} = (27.3 - 16.6) \times 2 \times 4,86 = 104.004$$

**Répartiteur secondaire**

$$C_{Mg^{2+}} \text{ (mg /l)} = (27.8 - 15.4) \times 2 \times 4,86 = 120.528$$

**Rejet finale**

$$C_{Mg^{2+}} \text{ (mg /l)} = (28.8 - 15.1) \times 2 \times 4,86 = 133.164$$

### 4.1.1.9. TAC (titre alcalimétrique complet) :

Permet de connaître les teneurs en hydroxydes carbonate ou hydrogénocarbonate alcalins et alcalino-terreux.

**-Principe :**

Pour le TAC, on utilisant des gouttes de méthyle orange et le titrage avec HCl (1/50N) on obtient une couleur jaune orange.

**-Mode opératoire :**

-100ml d'eau à analyser.

-02 gouttes de méthyle-orange.

## Chapitre 04 : parties pratique

-HCl pour le titrage, et le virage doit être du jaune au jaune orange (pH=4,3).

### -Expression des résultats :

$$C_{TAC}(\text{mg/l})=(V_{HCl} - 0,5) \times f \times 12,2$$

$C_{TAC}$ : La concentration exprimée en mg/l.

f : Facteur de dilution dans ce cas f=2.

La valeur 12,2 est constante.

### Application numérique :

#### Répartiteur primaire :

$$C_{TAC} (\text{mg /l})=(5.6 - 0.5) \times 2 \times 12.2 = 124.44$$

#### Répartiteur secondaire :

$$C_{TAC} (\text{mg /l})=( 6.7 - 0.5) \times 2 \times 12.2 = 151.28$$

#### Rejet finale :

$$C_{TAC} (\text{mg /l})=( 5.6 - 0.5) \times 2 \times 12.2 = 124.44$$

### 4.1.1.10. Les Chlorures Cl<sup>-</sup> :

#### -Principe :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

#### -Mode opératoire :

-100ml d'eau à analyser.

## Chapitre 04 : parties pratique

-3 gouttes de chromate de potassium  $K_2CrO_4$ .

-titrer par le nitrate d'argent  $AgNO_3$ .

### -Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de **100ml**:

$$C_{Cl^-}(\text{mg/l}) = (V_{(AgNO_3)} \times 0.1 \times 35\,453 \times f) / 100$$

$C_1$ : La concentration de  $AgNO_3 = 0,01$

$F = 35\,453 \text{ mg/mol}$  constante.

$f$  : Facteur de dilution dans ce cas  $f = 2$ .

L'expression donne la teneur en chlorures exprimée en **mg/l**.

### Application numérique :

Répartiteur primaire :

$$C_{Cl^-}(\text{mg/l}) = (35.2 \times 0.1 \times 35\,453 \times 2) / 100 = 2495.891$$

Répartiteur secondaire :

$$C_{Cl^-}(\text{mg/l}) = (36.6 \times 0.1 \times 35\,453 \times 2) / 100 = 2595.159$$

Rejet finale :

$$C_{Cl^-}(\text{mg/l}) = (36.3 \times 0.1 \times 35\,453 \times 2) / 100 = 2573.887$$

### 4.1.1.11. Les sulfates $SO_4^{-2}$ :

Les ions  $SO_4^{-2}$  sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriques.

### -Expression des résultats :

La relation pour calculer les sulfates :

$$C_{SO_4^{-2}}(\text{mg/l}) = (C_P - C_V) \times 4115,5$$

$C_P$ : Capsule vide.

## Chapitre 04 : parties pratique

C<sub>v</sub>: Capsule pleine à 850°C

La valeur **4115,5** est constante.

**Tableau 18 : les résultats expérimentales de sulfate.**

Échantillon	N° de creuse	Poids de creuse vide (g)	Poids de papier filtré (g)	Poids Totale après de maitre dans l'étuve (g)	Poids de sulfate + creuse après le four (g)	Poids net de sulfate (g)	C <sub>SO4<sup>-2</sup></sub> (mg/l)
<b>1</b>	16	18.43	1.12	19.62	18.48	0.05	205.775
<b>2</b>	12	18.55	1.54	20.14	18.62	0.07	288.085
<b>3</b>	14	18.79	1.39	20.39	19	0.21	864.255

### 4.2. Tableau de résultat d'analyse des eaux de trois point différent :

**Tableau 19 : Résultats d'analyse physico-chimiques à l'entre et secondaire et sortie de la STEP**

Paramètres	Répartiteur primaire	Répartiteur secondaire	Rejet final	Unités
PH	<b>6.965</b>	<b>7.80</b>	<b>7.76</b>	
Conductivités	<b>2.84</b>	<b>2.78</b>	<b>2.93</b>	<b>µs/cm</b>
Turbidités	<b>241</b>	<b>310</b>	<b>47.1</b>	<b>N.T.U</b>
Oxygène dissous	--	--	--	<b>mg/l</b>
Potassium	--	--	--	<b>mol/l</b>
DBO5	<b>125</b>	<b>39.2</b>	<b>24</b>	<b>mg/l</b>
DCO	<b>625</b>	<b>196</b>	<b>120</b>	<b>mg/l</b>
MES	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>mg/l</b>
MVS	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>mg/l</b>
matière minérale	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>mg/l</b>
Solidité	--	--	--	<b>Ms</b>
Température	<b>22.71</b>	<b>22.73</b>	<b>22.79</b>	<b>°C</b>
Phosphore total	--	--	--	<b>mg/l</b>
Sodium	--	--	--	<b>mol/l</b>
Ammonium	--	--	--	<b>Mg/l</b>
Nitrites	--	--	--	<b>Mg/l</b>
Nitrates	--	--	--	<b>Mg/l</b>
Azote total	--	--	--	<b>Mg/l</b>
Sulfates	<b>864.255</b>	<b>288.085</b>	<b>205.775</b>	<b>Mg/l</b>
Calcium	<b>264.528</b>	<b>246.892</b>	<b>242.083</b>	<b>Mg/l</b>
Magnésium	<b>104.004</b>	<b>120.528</b>	<b>133.164</b>	<b>Mg/l</b>
TH	<b>1092</b>	<b>1112</b>	<b>1152</b>	<b>Mg/l</b>
TAC	<b>124.44</b>	<b>151.28</b>	<b>124.44</b>	<b>Mg/l</b>
Les Chlorures	<b>2495.891</b>	<b>2595.159</b>	<b>2573.887</b>	<b>Mg/l</b>

## Chapitre 04 : parties pratique

### 4.3. Calculer le rendement de station

Pour calculer le rendement de station il faut d'abord déterminer la DBO<sub>5</sub> de l'entrée et La sortie

le rendement c'est rapport de la différent de valeur l'entrée - valeur de La sortie/ valeur DBO<sub>5</sub> de l'entrée il represent la quantité de matière organique éliminer

$$DBO_{5 \text{ ENTRE}} - DBO_{5 \text{ SORTIE}} / DBO_{5 \text{ ENTRE}} \times 100$$

$$\frac{125-24}{125} \times 100 = 80\%$$

**Donc le rendement ;**

**80 %**

# Conclusion générale

Le coefficient de biodégradabilité des effluents montre que les eaux des villes étudiées sont purement domestiques et favorable pour un traitement de type lagunage naturel. La performance épuratoire sous climat aride de la filière de lagunage à 2 ou à 3 étages de bassins est satisfaisante pour la pollution organique avec un rendement dépassant 70% pour l'ensemble des STEP. On remarque bien que globalement la filière d'épuration par lagunage naturel est très bien adaptée au contexte de la zone d'étude, et peut être recommandé pour d'autres centres urbains et ruraux similaires. Cette filière d'épuration est capable de produire une bonne qualité de rejet, excepté pour les paramètres de l'azote (42% d'abattement en moyenne) et du phosphore (35% d'abattement en moyenne) où les niveaux d'abattement restent faibles. Les concentrations résiduelles de ces effluents en terme d'azote et du phosphore, restent intéressantes pour une réutilisation en agriculture. Toutefois, des analyses complémentaires des coliformes fécaux et des œufs d'helminthe sont nécessaires pour évaluer la conformité de des eaux épurées aux normes de réutilisation. D'une manière générale, la station d'épuration de la wilaya de Ghardaïa vallée de M'zabe est la plus performante avec des concentrations de l'effluent à la sortie très faible et d'abattement organique dépassant 80%.

Les analyse physico-chimiques des échenillions montrent une concentration très élever en sels exp :  $\text{Ca}^{2+}$  : varient entre 242.08 → 264.5 mg /l et les sulfates un grand écart entre la valeurs minimal (205.77 mg/l) et maximal (864.25 mg/l) mais cette minéralisation ne pose pas de problème pour la réutilisation de ces eaux pour l'irrigation .

Enfin , il faut prendre toutes les précautions nécessaire et les techniques Sophistiques pour garder cette richesse ,et protéger l'environnement de toute les facteurs d'agressivité .

# Bibliographique

**Agence Nationale des Ressources Hydrauliques., 1996.** Étude de faisabilité du lagunage sur les hauts plateaux. 13p.

**AMINOT A., CHAUSSEPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, 395p.

**BADIA-GONDARD F., 2003.** L'assainissement des eaux usées. Edition techni.cités, 231p. **BEAUDRY J.P., 1984.** Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p.

**BECHAC J.P., BOUTIN P., MERCIER B., NUER P., 1987.** Traitement des eaux usées. Edition Eyrolles, 281p.

**BERNE F., CORDONIER J., 1991.** Traitement des eaux. Edition Technip, 306p.

**BLIEFERT C., PERRAUD R., 2001.** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de boeck, 477p.

**BONTOUX J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.

**CHAIB A., 2004.** Bioépuration par lagunage naturel. Bulletin du Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER), N°5 Juin 2004, pp21.

**DEGREMONT, 1978.** Mémento technique de l'eau : 8<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

**DEGREMONT, 1989.** Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 592p.

**ANRH, 2005.** Note relative aux ressources en eaux souterraines de la Wilaya de Ghardaïa, rapport de l'Agence nationale des ressources hydrauliques, Ouargla, 19p.

**ANRH, 2010.** Note de synthèse sur les premières mesures piézométriques en utilisant les nouveaux piézomètres captant la nappe du continental intercalaire dans la wilaya de Ghardaïa, rapport de l'Agence nationale des ressources hydrauliques, Ouargla, 9p.

(*Eckenfelder, 1982*). (*Foutlane, 2005*).

*Site :*

[www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)

[www.ona.dz](http://www.ona.dz)

