

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES**



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

## **Mémoire de Master**

Présenté par

**MEDJOUDJ Abdelmadjid**

Filière : **Génie des procédés chimiques et pharmaceutiques.**

Option : **Génie de l'environnement appliqué aux hydrocarbures.**

### **Etude de la réhabilitation de la STEP du complexe d'El Khroub**

Encadré par : **Mr. Gherbi Abdellah**

**Année Universitaire : 2015/2016**

# *Remerciement*

*Grâce à dieu miséricordieux tout puissant*

*Qui nous a éclairé le chemin de réussite, et de nous avoir*

*Guidé Durant toute notre étude*

*Au terme de ce travail, Nous tenons également à exprimer nos  
sincères remerciements à tous ceux qui ont contribués de loin au de  
pré à l'élaboration de ce projet de fin d'étude surtout*

*Mr « GHERBI ABDELLAH »*

*Mes remerciements vont aussi à tous mes professeurs, enseignants  
de département de génie des procédés*

# *Dédicace*

*A Mon cher Père*

*Ma Très Chère Mère*

*Mes Frères*

*A tous ceux qui sont chers*

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des abréviations

**ERDP** : Entreprise Responsable de la Distribution des produits Pétrolier.

**UTM** : Transverse universelle de Mercator

**SNTF** : Société Nationale du Transport Ferrovier.

**AGEX** : Association de Géomètres EXperts.

**ONM** : Office National de la Météorologie.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

**MIF** : Maintenance des Installations Fonctionnelles.

**STEP** : Station d'Épuration.

**AEP** : Assainissement des Eaux Potables .

**OMS** : Organisation Mondiale de la Sécurité.

**MAAPAR** : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet (c'est-à-dire l'alcalinité).

**Eh** : Le Potentiel d'Oxydo-Réduction.

**BTEX** : Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylène.

**COV/SCOV** : Composé Organique Volatile / Semi Volatile.

**COHV/SCOHV** : Composés Organo Halogénés Volatils / Semi Volatils.

**LNAPL/DNAPL** : Light Non-Aqueous Phase Liquid / Dense Non-Aqueous Phase Liquid

## Liste des figures

| Figure                                                                                      | N° page |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Figure I.1 : Localisation géographique de la commune d'Ouled Rahmoun                        | 4       |
| Figure I.2 : Image satellitaire du complexe traitée                                         | 6       |
| Figure I.3 : Diagramme ombrothermique de la région d'Ouled Rahmoun                          | 8       |
| Figure I.4 : Carte de la pluviométrie du nord Est Algérien                                  | 9       |
| Figure I.5 : Les zones sismiques en Algérie                                                 | 13      |
| Figure II.1 : Plan de masse                                                                 | 15      |
| Figure II.2 : Photo satellite montrant le plan de massez de l'entrepôt.                     | 16      |
| Figure II.3 : Schéma d'un bac à vbn gghfghfcghhnfcg                                         | 18      |
| Figure II.4 : Schémas d'un bac à toit flottant                                              | 18      |
| Figure II.5 : Réseau assainissement                                                         | 22      |
| Figure II.6 : Schéma de principe                                                            | 24      |
| Figure III.1 : Schéma de principe d'une résine échangeuses d'ions                           | 40      |
| Figure III.2 : Schéma de principe d'une précipitation, coagulation-floculation, décantation | 41      |
| Figure III.3 : Schéma du procédé de flottation                                              | 43      |
| Figure III.4 : Schéma du traitement a boues activées                                        | 44      |
| Figure III.5 : Schéma du traitement par Lagunage                                            | 45      |
| Figure IV.1 : Flotteur sur cite                                                             | 58      |
| Figure IV.2 : Les bonbonnes de charbon actif sur site                                       | 59      |
| Figure IV.3 : Le réservoir du contamina et le récupérateur des produits purs                | 61      |
| Figure IV.4 : Schéma synoptique de l'ancienne station d'epuration                           | 62      |
| Figure IV.5 : Schéma d'emplacement de la STEP                                               | 62      |

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure V.1 : Bassin de dessablage- déshuilage de la ligne de traitement des eaux sanitaires</b> | <b>65</b> |
| <b>Figure V.2 : Bassin de dessablage déshuilage de la ligne d'élimination des hydrocarbures</b>    | <b>65</b> |
| <b>Figure V.3 : Etat bassin d'aération actuel</b>                                                  | <b>66</b> |
| <b>Figure V.4 : Etat du clarificateur actuel</b>                                                   | <b>66</b> |
| <b>Figure V.5 : Variation de PH à la sortie de STEP</b>                                            | <b>70</b> |
| <b>Figure V.6 : Variation de la température à la sortie de STEP</b>                                | <b>70</b> |
| <b>Figure V.7 : La variation du MES mg/l à la sortie de STEP</b>                                   | <b>71</b> |
| <b>Figure V.8 : La variation de DBO5 en mg/l à la sortie de STEP</b>                               | <b>72</b> |
| <b>Figure V.9 : La variation de DCO en mg/l à la sortie de STEP</b>                                | <b>72</b> |
| <b>Figure V.10 : Les différents types de filières de charbon actif de la marque EUROWATER</b>      | <b>98</b> |

## Liste des tableaux

| Tableau                                                                                                           | N° page |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tableau I.1 : Les principaux éléments sensibles proches de l'entrepôt                                             | 5       |
| Tableau I.2 : Température Moyenne Mensuelle en Celsius (1975-1990)                                                | 7       |
| Tableau I.3 : Pluviométries mensuelles en millimètre (1975-1986)                                                  | 8       |
| Tableau I.4 : Nombre de jours de gelée, neige et de siroco                                                        | 9       |
| Tableau II.1 : Caractéristique de bac de stockage                                                                 | 17      |
| Tableau II.2 : Classification des déchets solides de l'entrepôt                                                   | 27      |
| Tableau II.3 : Valeurs mesurées de niveaux de bruit sur site                                                      | 28      |
| Tableau III.1 : Propriétés des hydrocarbures du complexe d'El Khroub                                              | 36      |
| Tableau III.2: Matrice de possibilité de dépollution pour les polluants organiques (UK Environment Agency, 2004a) | 38      |
| Tableau IV.1 : Les bacs de stockage                                                                               | 51      |
| Tableau IV.2 : Caractérisation des eaux des sanitaires                                                            | 52      |
| Tableau IV.3 : Eaux accidentellement pollués                                                                      | 52      |
| Tableau IV.4 : Caractéristiques des effluents de l'installation après traitement                                  | 53      |
| Tableau V.1 : Diagnostique de l'état des dispositifs                                                              | 67      |
| Tableau V.2 : Norme internationale                                                                                | 68      |
| Tableau V.3 : Les normes de rejet des effluents liquides selon le JORAD                                           | 69      |
| Tableau V.4 : Résultats des analyses                                                                              | 69      |
| Tableau V.5 : Débits et Charges polluantes                                                                        | 76      |
| Tableau V.6 : Caractéristiques du dessableur-déshuileur                                                           | 79      |
| Tableau V.7 : Caractéristiques du décanteur primaire                                                              | 81      |
| Tableau V.8 : Caractéristiques du clarificateur                                                                   | 88      |

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau V.9 : Caractéristiques du bassin du traitement biologique</b>             | <b>88</b> |
| <b>Tableau V.10 : Débits et Charges polluantes</b>                                   | <b>90</b> |
| <b>Tableau V.11: Débits et Charges polluantes</b>                                    | <b>92</b> |
| <b>Tableau V.12 : Caractéristiques du Séparateur Eau-Huile lamellaire coalescent</b> | <b>94</b> |
| <b>Tableau V.13 : Capacités et Dimensions</b>                                        | <b>95</b> |
| <b>Tableau V.14 : Caractéristiques du Flottateur</b>                                 | <b>95</b> |
| <b>Tableau V.15 : Caractéristiques du Désinfecteur</b>                               | <b>97</b> |

# SOMMAIRE

## Liste des abréviations

## Liste des figures

## Liste des tableaux

|                            |   |
|----------------------------|---|
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
|----------------------------|---|

## CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Cadre géographique .....                                                                                 | 3  |
| I.1. Les limites géographiques .....                                                                        | 3  |
| I.2. Cadre administratif .....                                                                              | 4  |
| I.3. Localisation du site .....                                                                             | 5  |
| I.4. Les différentes formations géologiques de la région.....                                               | 6  |
| I.5. Influence de la topo-morphologie et pentes dans la transmission des polluants .....                    | 7  |
| II. Les facteurs du climat pouvant affecter le fonctionnement de la STEP et le régime de l'oued Berda ..... | 7  |
| II.1. Influence des températures moyenne mensuelle sur le fonctionnement de la STEP.....                    | 7  |
| II.2. Précipitations affectant le régime de la STEP et de l'oued Berda.....                                 | 8  |
| II.3. Vents présentant des risques de dysfonctionnement .....                                               | 9  |
| II.4. Fréquence des scénarios climatiques extrêmes .....                                                    | 9  |
| II.5. Evaporation facteur limitant le choix des traitements.....                                            | 10 |
| III. Interaction entre les systèmes hydriques et la STEP .....                                              | 10 |
| III.1. Le potentiel du réseau hydrographique mis au danger par la STEP.....                                 | 10 |
| III.2. Réseau d'Assainissement du complexe Carburant alimentant la STEP.....                                | 11 |
| III.3. Réseau d'AEP du complexe pollué par la STEP.....                                                     | 11 |
| IV. Les zones d'activités avoisinantes pouvant être affectées par les rejets pollués.....                   | 11 |
| IV.1. Existence de zone urbanisée .....                                                                     | 11 |
| IV.2. Existence d'activité agricole .....                                                                   | 12 |
| V. Les risques pesant sur le site de la STEP .....                                                          | 12 |
| V.1. Inondations .....                                                                                      | 12 |
| V.2. Glissements de terrains et Séisme.....                                                                 | 12 |
| V.3. Foudre.....                                                                                            | 13 |
| V.4. Risques dus aux entreprises avoisinantes .....                                                         | 13 |
| VI. Conclusion.....                                                                                         | 14 |

## CHAPITRE II : DESCRIPTION DES INFRASTRUCTURES ET DES INSTALLATIONS DU COMPLEX

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| I. Objet de l'activité.....                                         | 15 |
| II. Description des infrastructures installées .....                | 15 |
| II.1. Description des différentes structures de l'entrepôt .....    | 15 |
| II.1.1. Aire de stockage de carburant .....                         | 17 |
| II.1.2. Poste de chargement .....                                   | 19 |
| II.1.3. Gares racleurs .....                                        | 19 |
| II.1.4. Réception du produit (pipeline et wagons citernes) .....    | 20 |
| II.1.5. Station de pompage de produits .....                        | 20 |
| II.1.6. Station de traitement .....                                 | 20 |
| II.1.7. Autres Infrastructures .....                                | 21 |
| II.1.8. Moyens anti-incendie .....                                  | 21 |
| II.1.9. Réseau électrique .....                                     | 21 |
| II.1.10. Réseau d'assainissement .....                              | 22 |
| III. Description du process .....                                   | 23 |
| III.1 Approvisionnement de l'entrepôt en produit par pipeline ..... | 23 |
| III.2. Chargement de camion et wagons .....                         | 23 |
| III.3. Consommation énergétique .....                               | 23 |
| III.4. Consommation d'eau .....                                     | 24 |
| III.5. Matières premières, matériaux et additifs .....              | 25 |
| III.5.1. Données relatives au Gasoil .....                          | 25 |
| III.5.2. Données relatives au kérosène (JET A1) .....               | 25 |
| III.5.3. Données relatives aux essences .....                       | 26 |
| III.6. Effluents liquides .....                                     | 26 |
| III.7. Déchets solides .....                                        | 26 |
| III.8. Emissions de bruit .....                                     | 27 |
| III.9. Site contaminé (sol et sous-sol) .....                       | 29 |
| III.10. Présence d'amiante .....                                    | 29 |
| IV. Conclusion .....                                                | 29 |

## CHAPITRE III : POLLUTION, PROCEDES DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DES EAUX

|         |                                                                                            |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.      | Pollution des eaux .....                                                                   | 30 |
| I.1.    | Généralités .....                                                                          | 30 |
| I.2.    | Origine des polluants et types de pollutions industrielles .....                           | 30 |
| I.2.2.  | Pollution physique .....                                                                   | 30 |
| I.2.2.  | Pollution chimique.....                                                                    | 31 |
| I.3.    | Paramètres de mesure de la pollution .....                                                 | 33 |
| I.3.1.  | Paramètres physiques .....                                                                 | 33 |
| I.3.2.  | Paramètres chimiques .....                                                                 | 34 |
| I.3.2.  | Autres paramètres .....                                                                    | 35 |
| II.     | Techniques de traitement .....                                                             | 36 |
| II.1.   | Classification des techniques de dépollution <sup>[6]</sup> .....                          | 36 |
| II.2.   | Procédés d'élimination des hydrocarbures .....                                             | 36 |
| II.2.1. | Description des principaux Procédés d'élimination des Hydrocarbures <sup>[6]</sup> : ..... | 38 |
| III.    | Méthodes d'analyse.....                                                                    | 46 |
| III.1.  | Mesure de la température .....                                                             | 46 |
| III.2.  | Mesure du pH.....                                                                          | 46 |
| III.3.  | Analyse des matières en suspension (MES) .....                                             | 47 |
| III.4.  | Dosage de la demande chimique en oxygène (DCO).....                                        | 47 |
| III.5.  | Dosage de la demande biologique en oxygène DBO5 .....                                      | 49 |
| IV.     | Conclusion.....                                                                            | 50 |

## CHAPITRE IV : APERÇU TECHNIQUE SUR LA STEP

|        |                                                                                  |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.     | Equipements installés représentant la source de pollution en hydrocarbures ..... | 51 |
| I.1.   | Aires de stockage des carburants.....                                            | 51 |
| I.1.1. | Bacs de stockage .....                                                           | 51 |
| I.2.   | Cuvette de rétention .....                                                       | 51 |
| I.3.   | Poste de chargement.....                                                         | 51 |
| I.4.   | Gares racleurs .....                                                             | 52 |
| I.5.   | Réception du produit (pipeline et wagons citernes).....                          | 52 |
| I.6.   | Station de pompage de produits .....                                             | 52 |
| II.    | Caractéristiques des eaux à traiter .....                                        | 52 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1. Eaux des sanitaires .....                                                        | 52 |
| II.2. Eaux accidentellement polluées .....                                             | 52 |
| II.3. Caractéristiques des effluents de l'installation après traitement.....           | 53 |
| III. Description du procédé .....                                                      | 53 |
| III.1. Description générale .....                                                      | 53 |
| III.1.1. Traitement des eaux accidentellement polluées.....                            | 53 |
| III.1.2. Traitement les eaux sanitaires .....                                          | 53 |
| III.1.3. Extraction de l'huile et des boues huileuses.....                             | 54 |
| III.2. Traitement des eaux accidentellement polluées .....                             | 54 |
| III.2.1. Dessablage .....                                                              | 54 |
| III.2.2. Soulèvement .....                                                             | 54 |
| III.2.3. Equalisation – Accumulation et 1 <sup>er</sup> déshuilage .....               | 54 |
| III.2.4. Déplacement de l'huile et des boues au moyen d'un déshuileur séparateur ..... | 54 |
| III.2.5. Flottation .....                                                              | 54 |
| III.3. Traitement des eaux de sanitaires .....                                         | 55 |
| III.3.1. Rototrituration .....                                                         | 55 |
| III.3.2. Dessablage et dégraissage.....                                                | 55 |
| III.3.3. Soulèvement .....                                                             | 55 |
| III.3.4. Oxydation biologique.....                                                     | 55 |
| III.3.5. Clarification .....                                                           | 55 |
| III.4. Extraction de l'huile et des boues huileuses .....                              | 55 |
| III.4.1. Collection .....                                                              | 55 |
| III.4.2. Relèvement .....                                                              | 55 |
| III.4.3. Séparation finale eaux-huile .....                                            | 56 |
| III.4.4. Pompage aux réservoirs de slop lourd.....                                     | 56 |
| III.5. Traitement des boues biologiques.....                                           | 56 |
| III.5.1. Désémulsionnant.....                                                          | 56 |
| III.5.2. Stockage .....                                                                | 56 |
| III.5.3. Dosage .....                                                                  | 56 |
| IV. Fonctionnement de l'installation .....                                             | 57 |
| IV.1. Généralités.....                                                                 | 57 |
| IV.2. Traitement des eaux accidentellement polluées .....                              | 57 |
| IV.2.1. Dessablage .....                                                               | 57 |

|         |                                                               |    |
|---------|---------------------------------------------------------------|----|
| IV.2.2. | Réservoir d'accumulation.....                                 | 57 |
| IV.2.3. | Déshuileur TPI .....                                          | 57 |
| IV.2.4. | Flotteur WEMCO.....                                           | 57 |
| IV.2.5. | Traitement de filtration sur charbon actif .....              | 58 |
| IV.2.6. | Traitement des eaux sanitaires .....                          | 59 |
| IV.2.7. | Intensité de l'aération:.....                                 | 59 |
| IV.2.8. | Recyclage des boues:.....                                     | 59 |
| IV.2.9. | Débit d'extraction des boues produites.....                   | 60 |
| IV.3.   | Traitement des huiles récupérées .....                        | 60 |
| IV.3.1. | Dosage du désémulsionnant .....                               | 60 |
| IV.3.2. | Température du traitement.....                                | 60 |
| IV.3.3. | Durée du traitement .....                                     | 60 |
| V.      | Problématique de la pollution engendrée par le Complexe ..... | 61 |
| VI.     | Conclusion.....                                               | 63 |

## CHAPITRE V : ETUDE DE LA REHABILITATION DE LA STEP

|          |                                                              |    |
|----------|--------------------------------------------------------------|----|
| I.       | Introduction.....                                            | 64 |
| II.      | Identification des défaillances.....                         | 64 |
| II.1.    | Dysfonctionnement de la station .....                        | 64 |
| II.1.1.  | Problème d'entretien .....                                   | 64 |
| II.1.2.  | Vieillessement des boues.....                                | 64 |
| II.1.3.  | Bouchage de conduites.....                                   | 64 |
| II.1.4.  | Equipement mécanique défectueux .....                        | 65 |
| II.1.5.  | Canal de trop-plein et regards .....                         | 66 |
| II.1.6.  | Défauts de conception .....                                  | 66 |
| III.     | Résultats des analyses et interprétation.....                | 67 |
| III.1.   | Les normes des eaux de rejet.....                            | 67 |
| III.1.1. | Normes internationales.....                                  | 67 |
| III.1.2. | Norme nationale selon le JORAD .....                         | 68 |
| III.2.   | Résultats des analyses : .....                               | 69 |
| III.3.   | Suivi et interprétation des paramètres physicochimiques..... | 70 |
| III.3.1. | Potentiel d'hydrogène PH.....                                | 70 |
| III.3.2. | Suivi du Température .....                                   | 70 |
| III.3.3. | Matières en Suspension (MES).....                            | 71 |

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| III.3.4. Suivi du demande biologique d'oxygène $DBO_5$ .....     | 71  |
| III.3.5. La Demande Chimique En Oxygène (DCO) .....              | 72  |
| IV. Etude de solution et réhabilitation .....                    | 73  |
| IV.1. Réfection .....                                            | 73  |
| IV.2. Dimensionnement de la station .....                        | 73  |
| IV.2.1. Evaluation des débits .....                              | 74  |
| IV.2.2. Evaluation des charges .....                             | 75  |
| IV.2.3. Les prétraitements .....                                 | 76  |
| IV.2.4. Traitement biologique .....                              | 81  |
| IV.2.5. Bilan de boues .....                                     | 84  |
| IV.2.6. Traitement des Eaux polluées par les Hydrocarbures ..... | 89  |
| IV.2.7. Traitement Tertiaire des Filières de Traitement .....    | 96  |
| IV.2.8. Filière de Charbon Actif .....                           | 97  |
| V. Conclusion .....                                              | 98  |
| CONCLUSION GENERALE .....                                        | 100 |
| LISTE DES REFERENCES .....                                       | 101 |

---

# *Introduction Générale*

---

### INTRODUCTION GENERALE

Des milliers de produits chimiques rejetés constituent un risque pour les populations et les écosystèmes partout dans le monde ainsi que notre cas les eaux polluées par les hydrocarbures rejetés dans l'oued Berda par la plus grande société pétrolière de l'Algérie, dans la wilaya de Constantine, où plusieurs écosystèmes sont déstabilisés.

Les populations des pays en développement comme l'Algérie sont particulièrement vulnérables, car elles sont généralement mal informées, en prenant comme exemple notre étude, plusieurs terres agricoles privées sont touchées par cette pollution. Ces populations n'ont pas beaucoup de moyens pour se protéger et ne peuvent pas faire valoir leur droit.

Souvent, les autorités ne disposent pas de réglementation adéquate ou de dispositif de surveillance et ont peu de ressources pour appliquer celle existante.

Les moyens de subsistance des collectivités et le bien-être des pays sont essentiellement tributaires du développement économique, essentiellement constituer du marché du pétrole pour l'Algérie d'où l'activité du Complexe Carburants de Constantine. Toutefois, celui-ci représente une source de pollution environnementale nuisible, tout comme les activités quotidiennes que sont la cuisine, le chauffage, le transport. Cette pollution touche particulièrement les défavorisés qui font les frais de ces polluants sur plusieurs plans (torts directs causés à la santé, contamination de la chaîne alimentaire et incapacité des écosystèmes à absorber les déchets et à fournir les nécessités vitales).

Les solutions à ces problèmes complexes et pressants exigent des approches novatrices et souples, d'où notre thème qui donne une solution simple et concrète à la réhabilitation de la station du complexe des Carburants de Constantine, qui engendre d'énormes conséquences sur l'environnement, tout cela a été présenté en détail sous forme de cinq chapitres exposants les idées suivantes :

Une présentation détaillée, prise sous tous les angles de la zone d'étude, et plus précisément le Complexe Carburant de Constantine, responsable du stockage et du ravitaillement de toute la zone de l'Est et cela depuis son établissement dans les années soixante-dix.

Dans le deuxième chapitre, un diagnostic environnemental des installations et des infrastructures du site ; il est basé sur la description des principales infrastructures du dépôt d'une façon détaillée ainsi que le procès de l'activité

Dans le troisième chapitre on a fait un constat sur tous les éléments engendrant la pollution, sa nature, sa source, ses effets sur l'environnement, puis on s'est penchés plus en détail sur toutes les techniques d'élimination des hydrocarbures ont été exposées dans ce chapitre ainsi que les procédés d'analyse a but de caractérisation de la qualité des eaux .

Après avoir eu des connaissances de base sur les procédés de traitement des eaux, on va réaliser un aperçu technique de la station de traitement, qui contient toutes les informations nécessaires a la mise en fonction et l'exercice de l'installation de traitement des effluents liquides du dépôt.

Pour remédier aux effets nuisibles de la station sur son environnement, Cette présente étude a pour le but de proposer une solution adéquate pour un meilleur traitement des eaux usées, d'abord une visite technique des installations de la STEP nous a permis de faire un diagnostic. Après, des analyses sont réalisées afin de déterminer la qualité des eaux à la sortie de la STEP, finalement, des solutions sont proposés dont la principale proposition est un redimensionnement, qui a été fait dans les conditions les plus optimales, afin de voir si notre choix est le plus adéquat au cas d'étude ou non, et cela selon la qualité de l'eau sortante des procédés d'épuration.

Ainsi, pour conclure notre travail, une conclusion générale a été élaborée, résumant les points culminants de notre travail.

---

*Chapitre I :*

*Présentation de la zone  
d'étude*

---

## I. Cadre géographique<sup>[1]</sup>

L'aménagement n'est pas seulement un ensemble d'actions sectorielles, mais concerne l'ensemble du territoire rural et urbain, le territoire communal dispose d'une grande variété d'espaces naturels de haute valeur écologique ou paysagère, et abrite une agriculture très active comme les deux forêts El Mridj et Baraouia qui sont d'ailleurs sous la protection du ministère de l'environnement, vue leurs diversification environnementale tel qu'elles sont composées essentiellement de Cyprès, pin d'Alep et d'Eucalyptus.

Le lieu d'implantation du complexe est conforme avec les orientations de l'aménagement de la ville selon les lois suivante :

- Loi n°03-10 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- Loi n° 04-20 du correspondant au 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.
- Décret exécutif n° 07-144 correspondant au 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- Décret n°06-198 du 31 mai 2006, définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement ;

### I.1. Les limites géographiques

La wilaya de Constantine se situe dans la zone tellienne, plus exactement dans la région Nord- Est du pays, à plus de 400 km à l'Est d'Alger. Elle est limitée (Figure I.1) :

- ❖ Au Nord par Skikda;
- ❖ Au Sud par Oum El Bouaghi;
- ❖ A l'Est par la région du Guelma;
- ❖ A l'Ouest par la wilaya de Mila.



**Figure I.1** Localisation géographique de la commune d'Ouled Rahmoun

**Source :** Naftal ,2013

## I.2. Cadre administratif

Le complexe carburant, est situé dans la commune d'Ouled Rahmoun, située dans la Daïra de Khroub, qui fait partie de la wilaya de Constantine. Elle est située au Sud-Ouest du chef lieu de la wilaya.

La commune d'Ouled Rahmoun est délimitée :

- ❖ Au Nord par la commune d'El Haria ;
- ❖ Au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi ;
- ❖ A l'Est par la commune Aïn Abid ;
- ❖ A l'Ouest par la commune de khroub.

La commune d'Ouled Rahmoun est divisée en deux grandes parties :

- Le centre de l'agglomération ;
- Limitrophe de l'agglomération (zone éparse).

L'affectation actuelle, des terrains dans la ville d'Ouled Rahmoun s'est fait selon les règles de l'aménagement du territoire ; Le territoire d'Ouled Rahmoun est caractérisé par ses zones d'habitat (urbaine) regroupement autour de noyau ancien de l'agglomération, entourés par des exploitations agricoles, cependant, la zone d'implantation du site est à 10 km de chef lieu de la commune. La commune est à caractère agricole, d'après l'affectation des ses terres 63,25 % de la surface totale est utilisée par l'agriculture.

### I.3. Localisation du site

Le site du complexe est localisé par rapport à la projection UTM :

- ❖ A (x = 297,5 Km ; y = 4011,95Km) ;
- ❖ B (x = 298,4 Km ; y = 4011,5 Km) ;
- ❖ C (x = 297,5 Km ; y = 4011,4 Km) ;
- ❖ D (x = 298,2 Km ; y = 4011,25 Km).

Le site du complexe est limité (figure I.2):

- ❖ Au Nord par Oued Kebir, Oued Berda et RN N°20 ;
- ❖ Au Sud par une ferme ;
- ❖ A l'Ouest par les logements d'astreinte, des terres vides et Chaaba ;
- ❖ A l'Est par un terrain vide.

Les principaux éléments sensibles proches de l'entrepôt sont consignés dans le tableau suivant:

**Tableau I.1 : Les principaux éléments sensibles proches de l'entrepôt**

| Elément sensible | Distance par rapport au site (m) |
|------------------|----------------------------------|
| Agricultures     | 500                              |
| Cours d'eau      | Limitrophe                       |
| Habitant         | 1500                             |
| Industries       | 2000                             |
| Route            | 30                               |

*Source : Naftal, 2013*

Cette situation géographique du site permet de délimiter la zone d'étude à l'intérieur du territoire de la commune d'Ouled Rahmoun; elle s'étend sur un rayon d'une centaine de mètres. Elle représente la zone d'influence ; c'est à dire la zone touchée ou susceptible d'être touchée par les différentes formes de pollution générée par les activités du complexe.



**Figure I.2 :** Image satellitaire du complexe traité

*Source : Google Earth, 2016*

#### **I.4. Les différentes formations géologiques de la région**

Vue l'importance des formations géologiques dans l'évaluation des risques de stabilité de la station d'épuration, mais aussi sur la transmissivité des polluants régie par la station d'épuration et cela depuis des années, on a établie la listes des différentes formations de la région environnantes à la station (Figure I.3) :

- ❖ Les terrasses alluviales : terrains à vocation exclusivement agricole ;
- ❖ Sols argilo-calcaire ou argileux : terres très fertiles utilisées en majorité pour les grandes cultures. Ils se retrouvent surtout dans les cuvettes dont les pentes ne dépassent pas les 3 % ;
- ❖ Sols marneux ou argilo-gréseux avec une fraction importante de cailloux, terres destinées surtout pour la culture de céréales ;

- ❖ Sols squelettiques à vocation forestière et pastorale ; Les affleurements rocheux sans végétation.<sup>[3]</sup>

### 1.5. Influence de la topo-morphologie et pentes dans la transmission des polluants

La topographie d'Ouled Rahmoun se présente globalement comme une succession de trois grandes alvéoles bien distinctes, alignées du Sud-Ouest au Nord-Est, et dominées au Nord par le Djebel Oum Settat.

Le chef lieu de la commune est entouré par la terrasse des oueds ; mais aussi au sud de l'agglomération on constate l'existence des affleurements de bancs calcaires ayant des fortes pentes (plus de 30 %).

Or que cette orientation de pente ne représente en aucun cas un facteur accentuant la transmission des polluants régie par la station.

## II. Les facteurs du climat pouvant affecter le fonctionnement de la STEP et le régime de l'oued Berda

Le climat est un facteur important qui agit directement par ses différents paramètres (température, pluviométrie et vent, etc.) sur le milieu physique qui a son tour affectera le fonctionnement de notre STEP (augmentation des débits, perturbation des surfaces de traitement .... etc), c'est un facteur déterminant, il a une influence directe sur l'atténuation ou l'augmentation des effets d'une pollution et sur la disponibilité des eaux.

Or selon la classification de Koppen qui est la plus courante, le climat de la région est de type continental.

### II.1. Influence des températures moyenne mensuelle sur le fonctionnement de la STEP

La moyenne annuelle des maxima est de 21,5 °C, celle des minima est de 10 °C Le mois de Janvier représente le mois le plus froid et Juillet et Août les mois les plus chauds selon le Tableau I.2, dans lesquelles on doit surveiller le fonctionnement de la station, car si on choisit un traitement à boues activées, le développement et l'activité des bactéries seront affectés.

**Tableau I.2 : Température Moyenne Mensuelle en Celsius (1975-1990)**

| Mois | S    | O    | N  | D   | J   | F   | M    | A   | M  | J    | J    | A    |
|------|------|------|----|-----|-----|-----|------|-----|----|------|------|------|
| T C° | 22,9 | 17,1 | 12 | 7,8 | 3,2 | 8,6 | 10,7 | 9,4 | 16 | 21,6 | 25,4 | 25,5 |

**Source : ONM, 2015**

## II.2. Précipitations affectant le régime de la STEP et de l'oued Berda

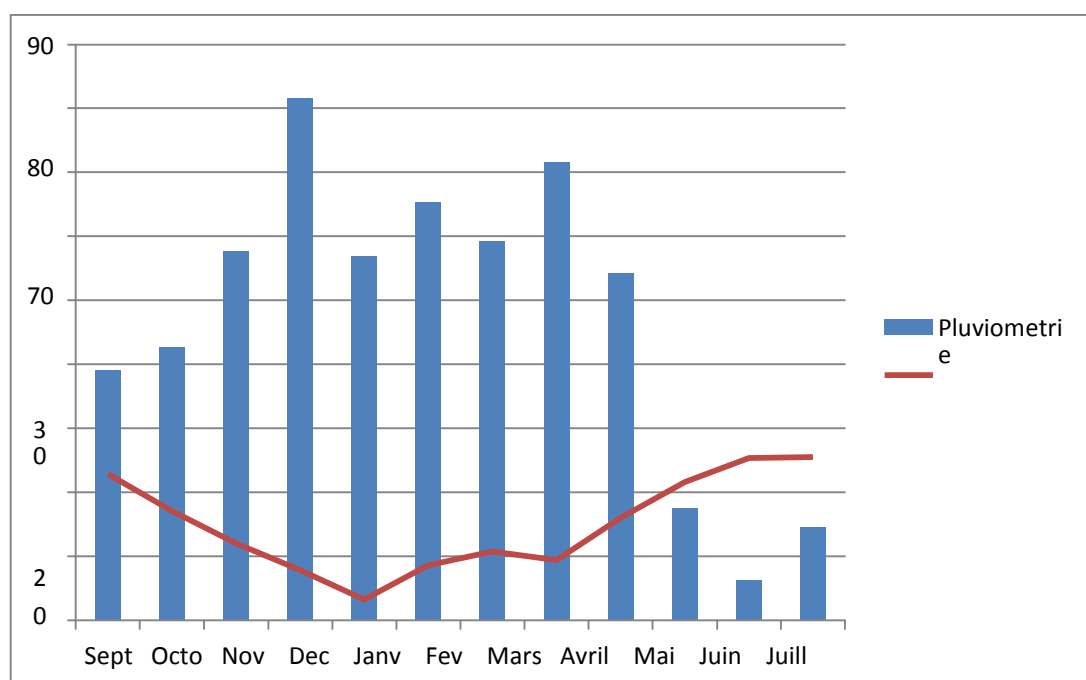
La région d'Ouled Rahmoun est située dans l'étage bioclimatique sub-humide (figure I.4 et I.5), avec un hiver frais d'une pluviométrie inférieure à 600 mm, dont 70% environ se répartissent entre Novembre et Mai, ce qui constitue les mois dans lesquelles le régime de l'oued sera à son pique, tout cela est représenté dans le Tableau I.3.

**Tableau I.3 : Pluviométries mensuelles en millimètre (1975-1986)**

| MOIS   | S  | O    | N    | D    | J    | F    | M    | A    | M    | J    | J   | A    |
|--------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| P (mm) | 39 | 42,7 | 57,7 | 81,6 | 56,9 | 65,3 | 59,3 | 71,5 | 54,2 | 17,5 | 6,3 | 14,5 |

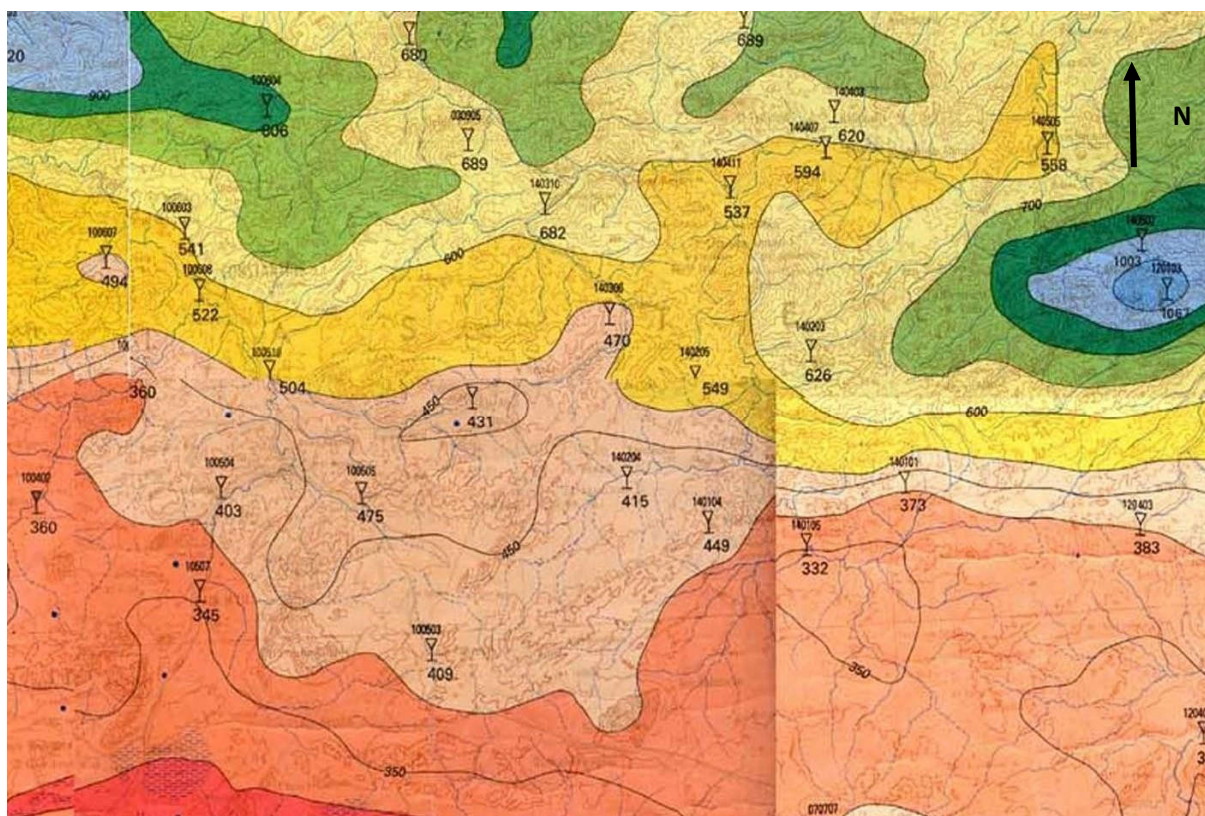
*Source : O.N.M, 2015*

Ces données montrent que la région recèle un potentiel moyen en eau, fait partie d'une zone moyennement arrosée, la pluviométrie est élevée en hiver, mais ne dépasse pas les 100 mm par mois, donc le régime de l'oued sera assez fort, ce qui induit un lessivage des produits jetés par le complexe, mais néanmoins certaines traces ne peuvent être vraiment enlevées.



**Figure I.3 : Diagramme ombrothermique de la région d'Ouled Rahmoun**

*Source : ANRH EST, 2015*



**Figure I.4 : Carte de la pluviométrie du nord Est Algérien**

**Source : ANRH EST, 2015**

### II.3. Vents présentant des risques de dysfonctionnement

Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest, en ce qui concerne le vent du sud (sirocco), vent très sec qui apporte un flux de chaleur du Sahara, sa fréquence relativement faible, il atteint une fréquence maximale de 30 jours enregistrée essentiellement en période sèche durant le mois d'Août, alors la surveillance du fonctionnement de la station d'épuration sera renforcée dans de telles conditions, ce qui entre principalement dans la manière de gestion d'une station d'épuration dans des cas extrêmes.

## II.4. Fréquence des scénarios climatiques extrêmes

Rejoignant le même concept de gestion des stations d'épurations du dernier point, le nombre de jours de gelée, neige et sirocco sont établies afin de prévoir les dispositions nécessaires.

**Tableau I.4 : Nombre de jours de gelée, neige et de siroco**

| Nbre de jours de gelée | Nbre de jours de neige | Nbre de jours de siroco |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 3,8                    | 5,7                    | 27,9                    |

**Source : ONM, 2014**

## II.5. Evaporation facteur limitant le choix des traitements

L'évapotranspiration moyenne interannuelle est estimée à 475 mm, donc dès maintenant, on peut déjà dire que notre choix de traitement ne sera pas des lagunes, vu qu'on a une forte évaporation.

## III. Interaction entre les systèmes hydriques et la STEP

### III.1. Le potentiel du réseau hydrographique mis au danger par la STEP<sup>[3]</sup>

Le potentiel théorique est constitué par l'eau provenant des ressources souterraines et superficielles, cependant le réseau hydrographique est représenté par des cours d'eau permanent, tels que Oued El Melah qui prend naissance dans la commune de Ain M'lila et traverse l'agglomération secondaire El Guerrah et Oued Kelb qui prend naissance dans la commune de Sigous. Le croisement de ces deux Oueds forment Oued Boumerzoug au sud du chef lieu, ce dernier contourne l'agglomération d'Ouled Rahmoun par un grand méandre.

Il existe d'autres cours d'eau tel que :

- ❖ Au Nord-Est Oued Mhiris qui se dirige vers l'Ouest en changeant de nom pour devenir Oued Berda ; celui-ci passe à proximité du site de l'entrepôt.
- ❖ Oued Mendjel prend naissance dans le centre de la commune et se dirige vers le Nord- Ouest.

Alors on pourra dire dès maintenant, que l'impacte des rejets de la station sera mesuré sur une très grande échelle, vue la succession de ces Oueds menant à Oued Rhumel qui est considéré comme le plus grand à l'Est, sans oublier les environnements avoisinantes aux Oueds qui seront déséquilibrés, donnant à la fin de la chaîne alimentaire des troubles de santé publiques.

Les nappes phréatiques correspondent aux bassins de formation plioquaternaire à forte capacité de rétention souterraine surtout dans la zone d'Ain El Bey qui se caractérise par une topographie de cuvette.

Même si cette dernière ne sera pas touchée par la pollution, vue sa profondeur et son éloignement, mais reste que les nappes alluviales des Oueds à l'aval de la station, sont censées être touchées, déjà du fait de leur transmissivité (prenant compte de leur constitution 'Alluvion') et leurs interfus avec les Oueds sujets de pollutions.

### **III.2. Réseau d'Assainissement du complexe Carburant alimentant la STEP**

C'est un système gravitaire essentiellement séparatif (pluvial, industriel et sanitaire), les eaux pluviales sont collectées par des regards qui sont disposés sur tout le territoire du complexe et puis ils sont acheminés jusqu'à l'oued Berda, par contre les eaux huileuses sont collectées dans des points spécifiques, puis ils sont dirigés vers la station de traitement de la même manière que les eaux sanitaires.

Il y a aussi les fosses septiques en béton, là où il est impossible de raccorder les bâtiments avec le réseau. Elles sont compartimentées en trois parties, la première pour les rejets solides grossiers, la deuxième pour les rejets solides moyens et fins et la troisième pour les liquides séparés essentiellement par des filtres.

### **III.3. Réseau d'AEP du complexe pollué par la STEP**

Le site ne dispose pas d'une source d'eau potable, car après résultat des analyses de prélèvement du puits de 16m de profondeur établie pour but d'alimenter le complexe, ils se sont avérés d'une qualité physico-chimique et microbiologique médiocre, même après passage par la station de javellisation.

La source principale de cette pollution biologique et bactérienne, vient essentiellement du fait qu'il est alimenté d'une nappe perchée, automatiquement cette dernière sera alimentée de l'oued Berda, sujet à la pollution en hydrocarbure, mais aussi si on revient au régime pluvial alimentant l'oued, on pourra remarquer qu'entre le mois de Juin et Aout les précipitations se font rares, donc le niveau de l'oued baissera, ce qui induit à un assèchement du forage lors de la saison où l'eau est le plus demandé.

Ce qui nous laisse penser à réutiliser l'eau traitée par la station d'épuration, que ce soit dans le lavage des camions transporteurs ou dans le réseau d'incendie, car le complexe est classé comme étant une zone de haut danger.

## **IV. Les zones d'activités avoisinantes pouvant être affectées par les rejets pollués<sup>[1]</sup>**

### **IV.1. Existence de zone urbanisée**

Dans le cadre du Décret 03-45 du 1er Décembre 2003, définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pressions, l'implantation initiale du complexe était établie de façon à avoir un rayon sécurisé et libre d'environ 40 km, néanmoins avec l'extension des territoires urbains principalement autour des cours d'eau et Oueds, ce rayon est réduit à 10

km environs, ce qui laisse à réfléchir sur les causes des différentes maladies qui sont en hausse continues.

#### **IV.2. Existence d'activité agricole**

La commune d'Ouled Rahmoun dispose de terres très fertiles qui sont orientées vers l'association céréales - élevages. Ce potentiel s'étend sur une superficie totale de 13.422 ha (soit 63,25 % de la surface totale de la commune).

L'espèce dominante dans cette région reste l'élevage ovin qui en association avec la céréaliculture qui bénéficie des espaces et résidus de récoltes et de l'offre fourragère des jachères. L'élevage bovin est la deuxième ressource animale au niveau de la commune.

Or que cette activité est exposée à un danger imminent, celui des rejets pollués de la station d'épuration qui est à l'arrêt depuis 30 années, et qui s'accumulent dans les terres agricoles avoisinantes, sans oublier aussi le fait que les bétails de la région s'alimentent de l'Oued.

### **V. Les risques pesant sur le site de la STEP**

#### **V.1. Inondations**

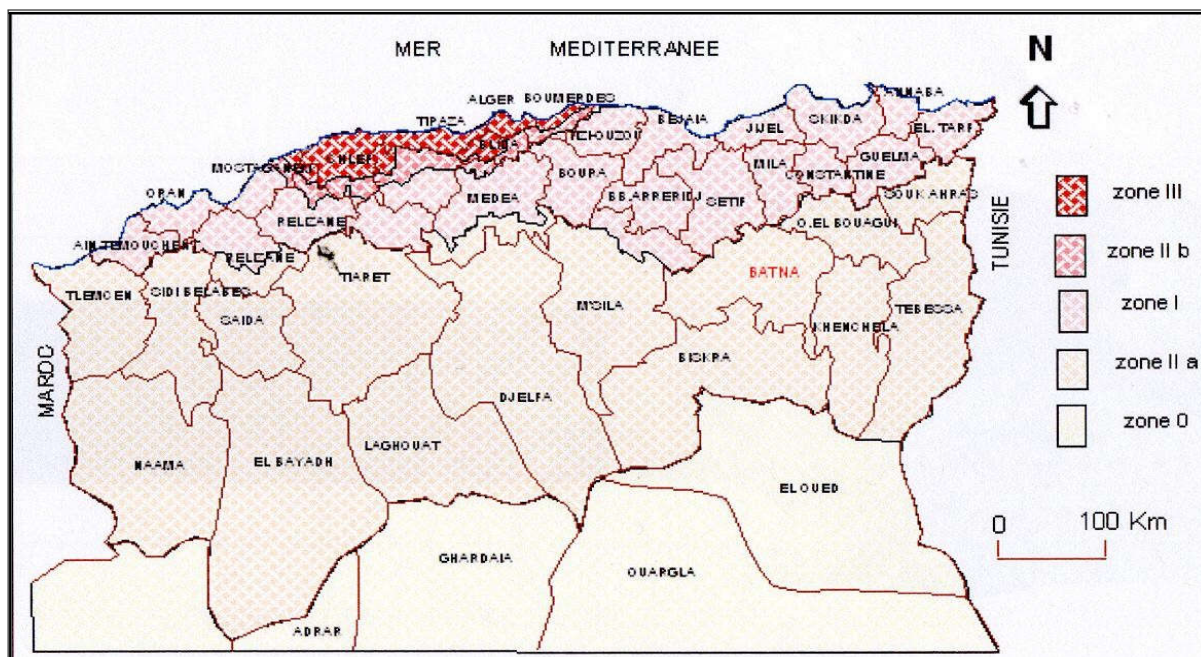
La station d'épuration est implanté sur un terrain présentant de faible pente à proximité d'Oued Berda, et cela afin de respecter le règlement d'aménagement des STEP, néanmoins vue les débits importants véhiculés par l'oued, la STEP ne sera pas inondée, par suite de cela on évitera un dysfonctionnement.

#### **V.2. Glissements de terrains et Séisme**

Pour des précautions de stabilités et de sécurités indiquées par le règlement d'aménagement des STEP, les terrains et les fondations d'une STEP devront être stable, afin d'évités d'avoir des ruptures des bassins de traitement qui pourront représentés une source de pollution. Et dans notre cas, il n'y a pas de risque de glissement de terrain car les pentes sont à moins de 5%.

Mais selon la carte des zones sismiques de l'Algérie et le zonage global des différentes Wilayas (Figure I.6), la zone ou se trouve notre station est classée (**II-b**) de moyenne intensité, car selon le règlement parasismique Algérien (**version 2003**), le territoire national se divise en cinq (**05**) zones de sismicité croissante, définies comme suit :

- ❖ Zone 0 : sismicité négligeable ;
- ❖ Zone I : sismicité faible ;
- ❖ Zone (II.a- II.b) : sismicité moyenne ;
- ❖ Zone III : sismicité élevée.



**Figure I.5 : Les zones sismiques en Algérie**

*Source : Naftal, 2013*

### V.3. Foudre <sup>[1]</sup>

Comme le site du complexe carburant est situé dans une zone dégagée de toute infrastructure, alors il est plus exposé au danger de foudre, qui pourra avoir des conséquences grave sur le fonctionnement de tout le complexe, jusqu'à provoquer des explosions des bacs de stockage des carburants ayant comme rayon d'action de 45 Km.

Pour éviter ces catastrophes, le complexe s'est munie de deux systèmes paratonnerres et les différentes structures métalliques d'une prise de terre.

### V.4. Risques dus aux entreprises avoisinantes

La seule entreprise qui présente des nuisances (vibration due aux explosions et la poussière), c'est la carrière d'agrégats située à 800 m de la station d'épuration, et qui pourra à forte vibration généré des microfissurations dans les infrastructures de la STEP, exposant

ainsi le sous sol un une autre source de pollution.

## **VI. Conclusion**

Après avoir eu une connaissance des éléments environnants notre station d'épuration, cela constitue une étape primordiale dans l'orientation de notre étude, dans la bonne planification et surtout dans la prévision des risques et dangers pouvant menacés la sécurité et le bon fonctionnement de la STEP.

---

*Chapitre II :*

*Description des  
infrastructures et des  
installations du complexe*

---

## I. Objet de l'activité

L'activité exploitée au niveau de l'entrepôt est le stockage et l'expédition des produits carburants (Gasoil, essence et Jet A1).

L'approvisionnement de l'entrepôt en produits s'effectue par pipeline et par wagons, venant principalement de la raffinerie de Skikda. Ils sont distribués dans les wilayas de Constantine, Mila, Oum El Bouaghi, Guelma (Oued Zenati), Khenchela, Sétif et Bordj Bou Arreridj.

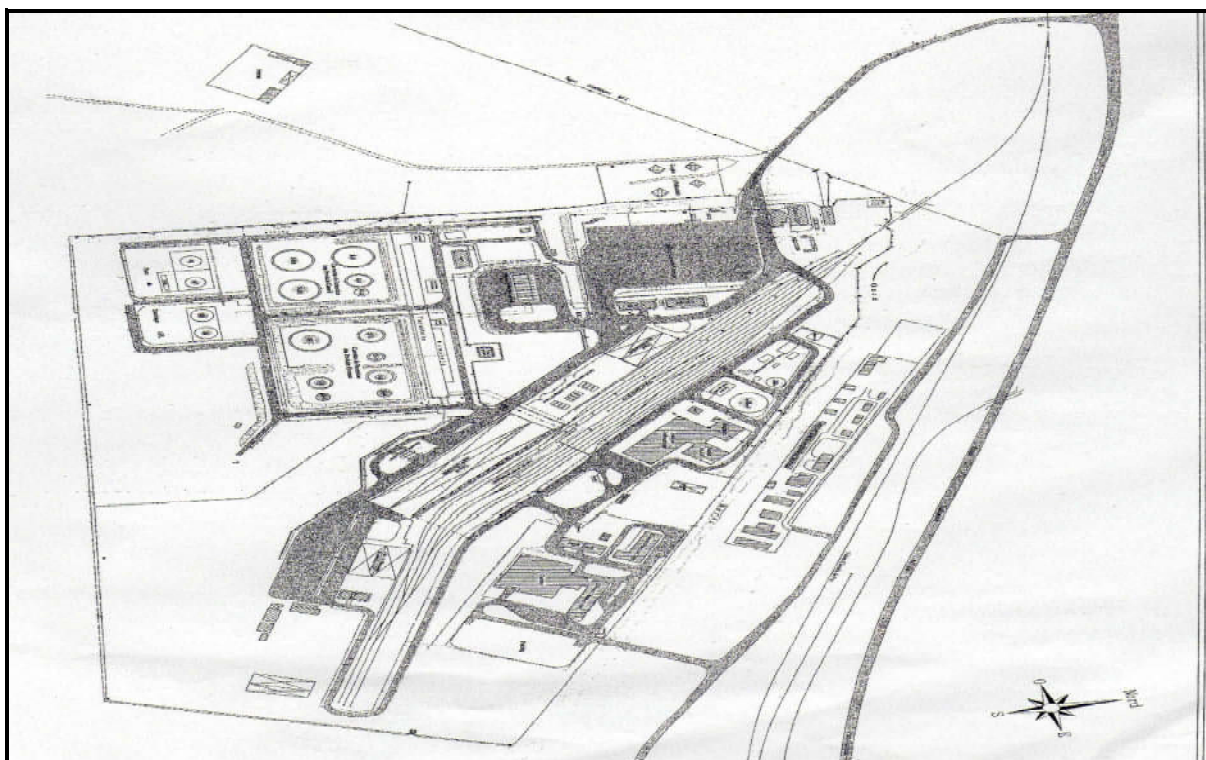
Le jet A1, qui est stocké dans l'entrepôt, est destiné pour les avions de l'aéroport de Constantine.

La quantité de produit entrante et sortante est presque la même, elle est estimée à  $3600 \text{ m}^3$

## II. Description des infrastructures installées

### II.1. Description des différentes structures de l'entrepôt

L'entrepôt est implanté dans le District qui occupe une superficie totale de 24 hectares. Il est composé des infrastructures suivantes (voir plan de masse : **Figure II.1**) :



**Figure II.1** : Plan de masse

*Source : Naftal, 2013*

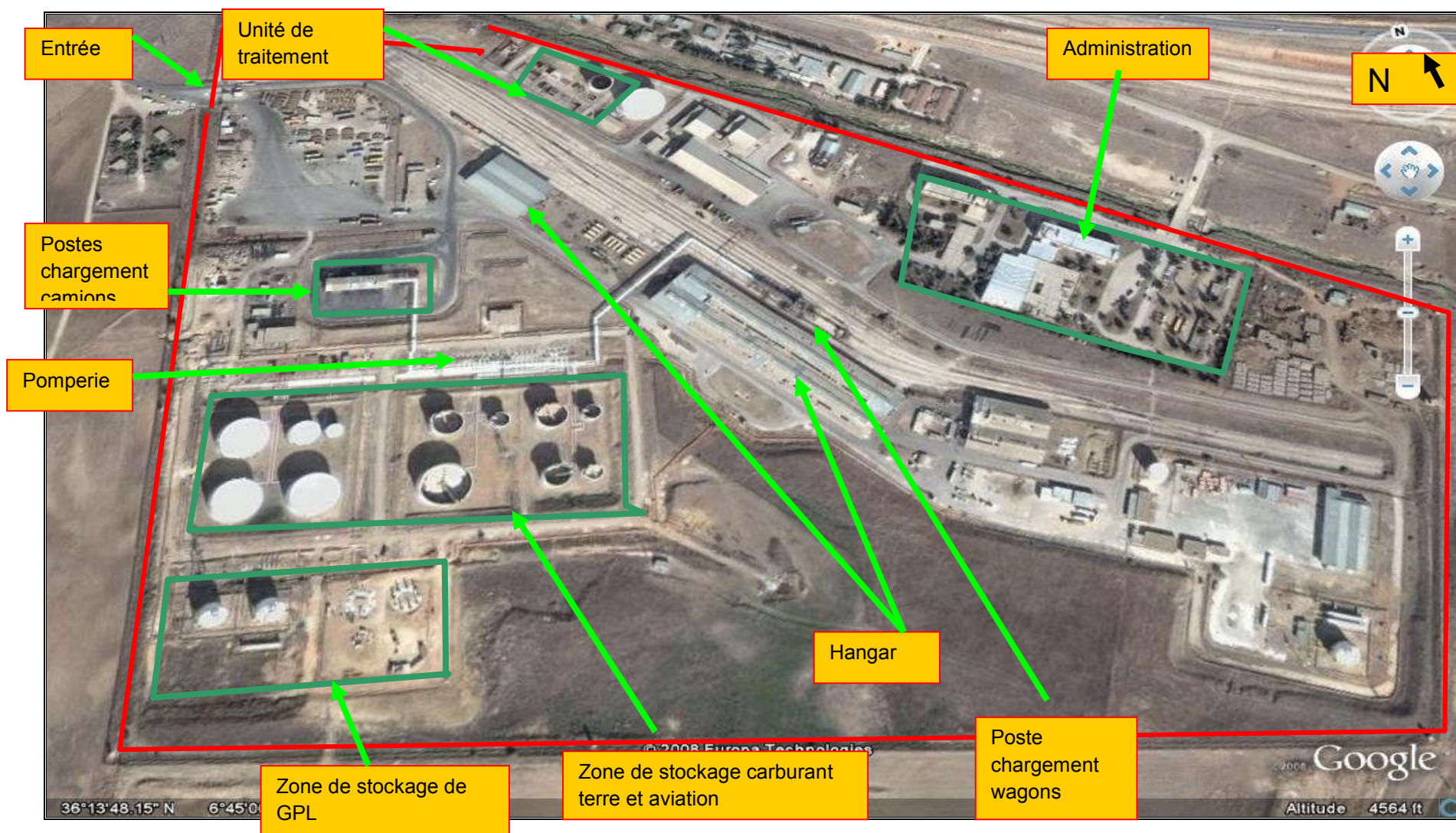


Figure II.2 : Photo satellite montrant le plan de massez de l'entrepôt.

Source : Google Earth, 2016

**II.1.1. Aire de stockage de carburant****A. Bacs de stockage**

L'aire de stockage de l'entrepôt est constituée par douze (12) bacs dont les caractéristiques sont :

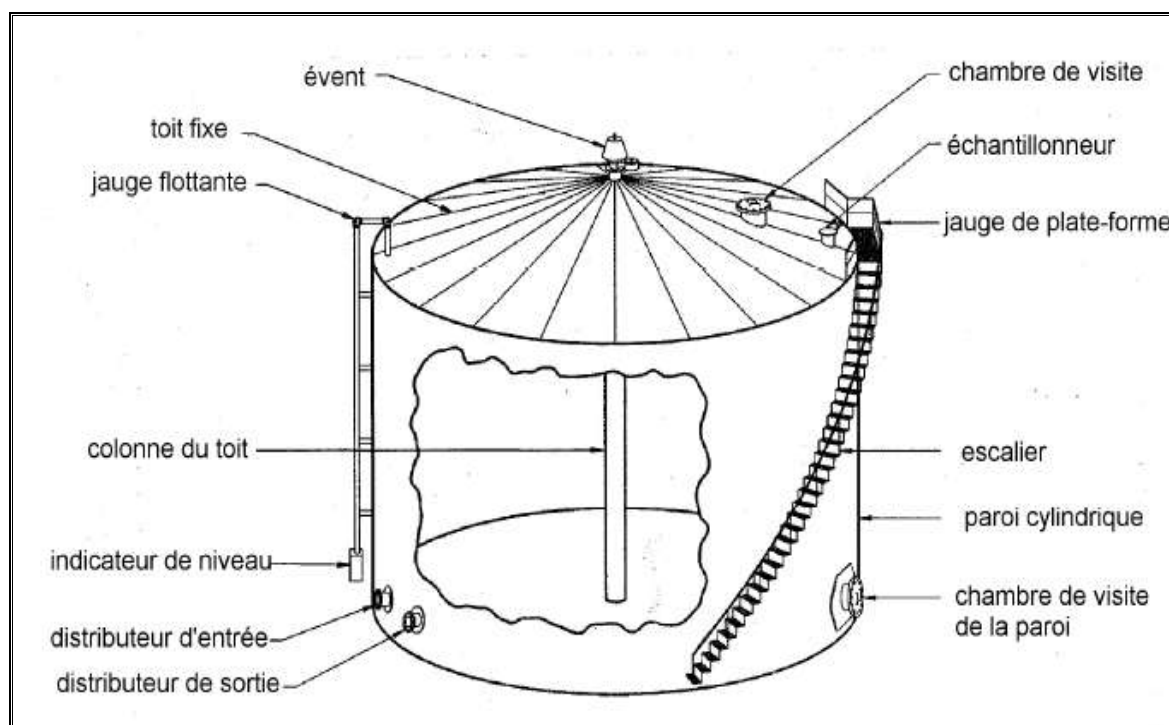
**Tableau II.1 : Caractéristique de bac de stockage**

| N° du bac  | Produit stocké  | Capacité de stockage (m <sup>3</sup> ) | Type                                |
|------------|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 8,10 et 11 | Gasoil          | 3x11000                                | En acier à toit fixe et aérien      |
| 9          | Gasoil          | 4000                                   | En acier à toit fixe et aérien      |
| 1          | Essence normale | 1100                                   | En acier à toit flottant et aériens |
| 2          | Essence normale | 4000                                   | En acier à toit flottant et aériens |
| 3          | Essence super   | 4000                                   | En acier à toit flottant et aériens |
| 4          | Essence super   | 1000                                   | En acier à toit flottant et aériens |
| 12         | Essence sans Pb | 1000                                   | En acier à toit fixe et aériens,    |
| 5          | Jet A1          | 3000                                   | En acier à toit flottant et aériens |
| 6 et 7     | Jet A1          | 2x1000                                 | En acier à toit flottant et aériens |

**Source :** *Macro consulting invest audit environnemental*

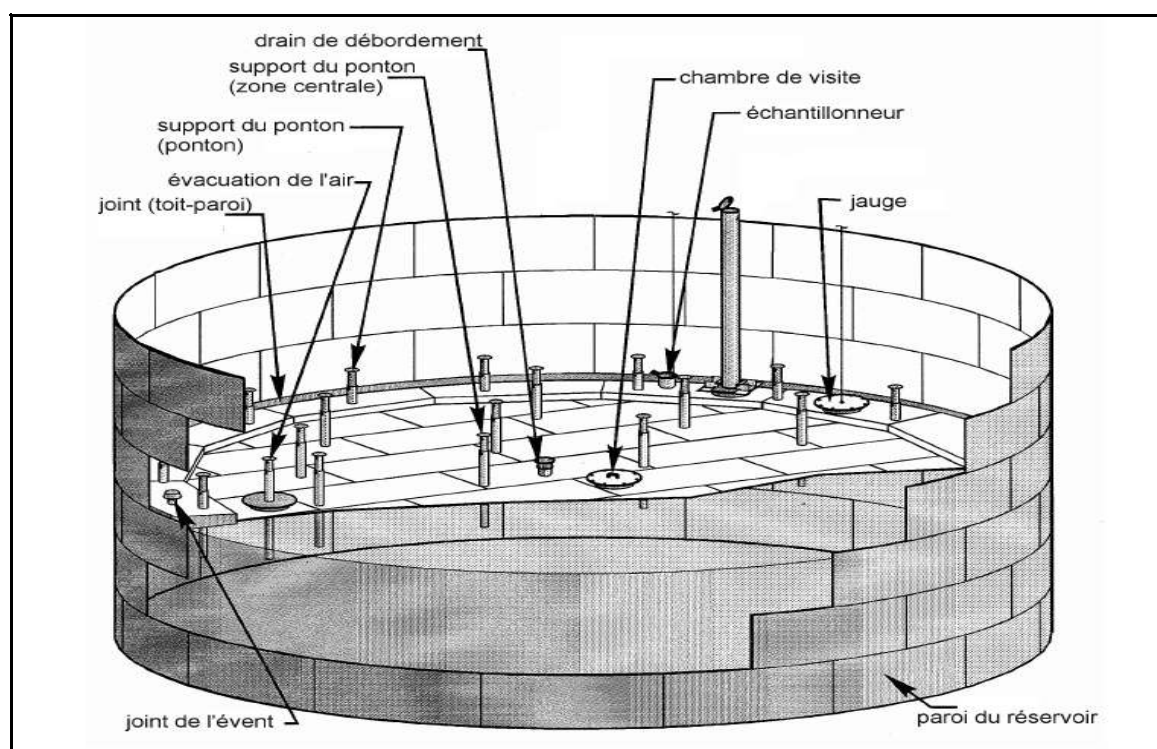
Notons que le bac N°12 est converti en 2005 à partir d'un réservoir de Gasoil avec des modifications

Les bacs sont soit à toit fixe (voir figure II.3) ou à toit flottant (voir figure II.4)



**Figure II.3 :** Schéma d'un bac à toit fixe.

*Source : Naftal, 2013*



**Figure II.4 :** Schémas d'un bac à toit flottant.

*Source : Naftal, 2013*

## B. Cuvette de rétention

Il existe principalement deux cuvettes de rétention qui délimitent le lieu d'implantation des bacs. Leurs dimensions sont inconnues :

| Cuvette | N° du bac |
|---------|-----------|
| N°1     | S1 à S7   |
| N°2     | S8 à S12  |

### II.1.2. Poste de chargement

Au niveau de l'entrepôt, il existe deux (02) postes de chargement, un pour les camions citerne et un pour les wagons citernes.

Le poste de chargement camion est composé de treize (13) bras de chargement de marque Pérolo/OMC. Les bras sont répartis comme suit :

- Essence super : quatre (04) bras ;
- Essence normale : quatre (04) bras ;
- Gasoil : quatre (04) bras ;
- Essence sans plomb : un (01) bras ;
- Jet A1 : un (01) bras.

Le poste de chargement camions a cinq (05) voies, huit camions peuvent être chargés en même temps. Il est équipé d'un système de prédétermination du volume à charger.

Le poste de chargement wagons est composé de deux (02) voies ferrées, à quatre (04) bras de chargement de 6" de diamètre, ils sont de marque Pérolo.

Les quatre (04) bras de chargement sont répartis en deux (02) bras pour l'essence normale et deux bras (02) pour le gasoil.

### II.1.3. Gares racleurs

Une gare racleur est une tubulure horizontale sur châssis ancré dans des poteaux, elle permet de recevoir la boule de plastique qui sépare les produits liquides de nature différente, à partir de la raffinerie d'Alger, dans le pipeline.

#### II.1.4. Réception du produit (pipeline et wagons citernes)

Les carburants (gasoil, essence et jet A1) sont acheminés par pipeline. Il existe un seul poste de transport de produit par pipeline.

Au niveau de l'entrepôt, il existe deux pipelines (un ancien et un nouveau), actuellement l'ancien, de 10" de diamètre, est hors service. Le nouveau pipeline Multiproduit de 12" de diamètre, a une longueur de 103,5 km et un débit de 360 m<sup>3</sup>/h.

Dans le site, les pipelines sont aériens. Le produit provient de la raffinerie de Skikda.

Les carburants sont aussi transportés par wagons, il y a deux (02) postes de dépotage, chaque poste est doté d'une (01) bouche.

#### II.1.5. Station de pompage de produits

Les pompes ne sont pas installées dans une salle. Le nombre total de pompes est: dix neuf (19), réparties comme suit :

- Quatre (04) pompes de type GABIONETTA/INGERSOLL RAND pour l'essence normale (une a un débit de 100 m<sup>3</sup> /h et les trois autres ont un débit de 175 m<sup>3</sup> /h chacune) ;
- Deux (02) pompes de type GABIONETTA pour l'essence super, elles ont un débit de 100 m<sup>3</sup> /h chacune ;
- Deux (02) pompes de type INGERSOLL RAND pour l'essence sans plomb (100 m<sup>3</sup>/h et 175 m<sup>3</sup>/h) ;
- Huit (08) pompes de type INGERSOLL RAND pour le gasoil (une a un débit de 100 m<sup>3</sup> /h et les sept autres ont un débit de 175 m<sup>3</sup> /h) ;
- Trois (03) pompes INGERSOLL RAND /WORHINGTON pour le jet A1 (une a un débit de 100 m<sup>3</sup> /h et les deux autres ont un débit de 175 m<sup>3</sup> /h chacune)

#### II.1.6. Station de traitement

Au niveau de l'entrepôt, il existe une station de traitement constituée par :

- Un bassin de dessablage (collecte des différentes eaux)
- Station de pompage
- Un bac de produits pollués de 2700 m<sup>3</sup> ;
- Déshuileur ;

- Bassin des boues ;
- Pompes des boues ;
- Filtre au charbon activé ;

#### II.1.7. Autres Infrastructures

En plus des infrastructures installées, il en existe d'autres :

- Bloc administration : contient plusieurs bureaux ;
- Salle de contrôle : contient deux (02) bureaux ;
- Un (01) laboratoire ;
- Un (01) atelier MIF ;
- Une (01) ambulance de marque HYUNDAI ;
- Poste de garde : situé à l'entrée principale de l'entrepôt.

#### II.1.8. Moyens anti-incendie

Au niveau de l'entrepôt, les moyens de sécurité anti-incendie sont :

- Un (01) réseau maillé anti-incendie ;
- Un (01) bac d'eau anti-incendie de 12000 m<sup>3</sup> ;
- Une (01) moto pompe de type DEUTZ, elle a un débit de 440 M<sup>3</sup> /h ;
- Une (01) moto pompe de type IZOTA, son débit est de 600 m<sup>3</sup>/h ;
- Deux (02) pompes de type GABIONETTA de débit de 50 m<sup>3</sup> /h chacune ;
- Des électropompes TECNO MASIO IT BROWN, leurs débit est de 600 m<sup>3</sup> /h
- Un (01) camion anti-incendie.

#### II.1.9. Réseau électrique

L'entrepôt dispose d'un réseau électrique constitué de :

- Quatre (04) transformateurs : deux de 600 et 1250 KVA et un de 630 KVA.
- Trois (03) groupes électrogènes (un de marque KOMATSU, il a une puissance de 240 KVA, un de marque ASTRA, il a une puissance de 150 KVA qui est à l'arrêt et un de marque AMIMER ENERGIE, a une puissance de 850 KVA qui est en cours

d'installation)

En plus, il y a aussi cinq (05) transformateurs stockés.

### II.1.10. Réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement du site est de type séparatif, il permet d'acheminer les eaux pluviales vers l'extérieur du site, les eaux huileuses vers la station de traitement (voir figure II.5), et les eaux sanitaires vers le réseau réservé à cet effet. Les eaux traitées sont évacuées dans ce réseau.

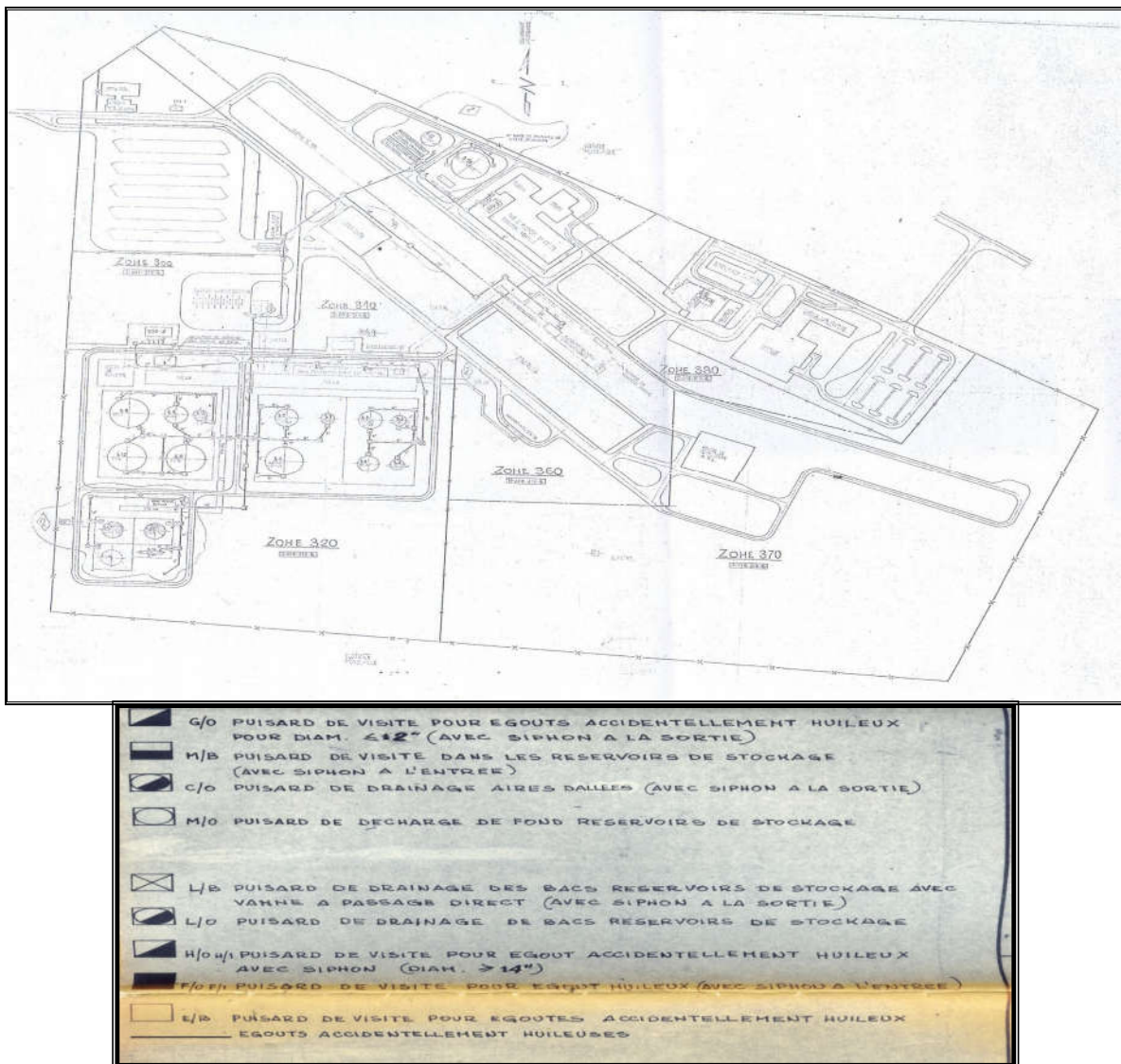


Figure II.5 : Réseau assainissement

Source : Naftal, 2013

### **III. Description du process**

L'entrepôt est approvisionné en produits carburants par canalisation (pipeline) à partir de la raffinerie, dans ce qui suit nous décrirons ce mode d'approvisionnement.

#### **III.1 Approvisionnement de l'entrepôt en produit par pipeline**

L'approvisionnement de l'entrepôt s'effectue par pipeline. Il s'agit d'un transfert de produits carburants depuis la raffinerie vers les bacs de stockage à travers une canalisation.

L'opération de ravitaillement des bacs est effectuée à travers le système hydrant (pipeline), après avoir positionné les vannes et réalisé les connections adéquates, les installations sont disposés à recevoir le produit. Le transport de produit est assuré par des pompes qui sont installées au niveau de l'entrepôt.

Une fois les produits sont déchargés, ils sont laissés reposer pour se décanter, une opération de jaugeage sera effectuée.

L'entrepôt est approvisionné en produits carburants par pipeline et par wagons citerne.

#### **III.2. Chargement de camion et wagons**

Le chargement des camions est une opération qui consiste en un transvasement entre le camion citerne et les bacs de stockage.

Après avoir procédé au contrôle et la sécurisation, l'opération de chargement est lancée. Cette opération est assurée par les pompes. Après avoir terminé cette opération, il sera procédé au jaugeage.

Au cours de chargement, la vanne de bras articule (ou pantographe) doit être maintenue en position « petit débit » pour ajuster le chargement au niveau du taquet.

Les procédures et les précautions mentionnées ci dessus doivent être appliquées au chargement des wagons citernes.

Dés que les citernes sont remplies, s'assurer qu'il n'y a pas de fuites et sceller les capots de trous d'hommes et bouchons des vannes de déchargement, avec du fil à plomber et des plombs.

#### **III.3. Consommation énergétique**

La consommation énergétique est non disponible.

### III.4. Consommation d'eau

Au niveau de l'entrepôt, l'eau n'est pas connectée avec le réseau communal, l'eau est stockée dans des réservoirs de 10000 m<sup>3</sup>. L'entrepôt exploite un puits dont la profondeur est de 11 m.

Il y a eu la réalisation d'un forage et de trois puits traditionnels, d'après les résultats des analyses bactériologiques des différentes sources d'eau au niveau de l'entrepôt, on constate que cette eau n'est pas potable. Et d'après les résultats physico-chimiques des prélèvements au niveau des eaux de puits et de bache à eau, on peut dire que cette eau est dure et la teneur en sulfates est élevée ; elle dépasse la valeur maximale admissible concernant les autres caractéristiques, elles ne dépassent pas les normes.

Une station d'alimentation située au Khroub (Sonacom) permet une alimentation de 2h à 3h par jour mais actuellement est à l'arrêt pour rénovation.

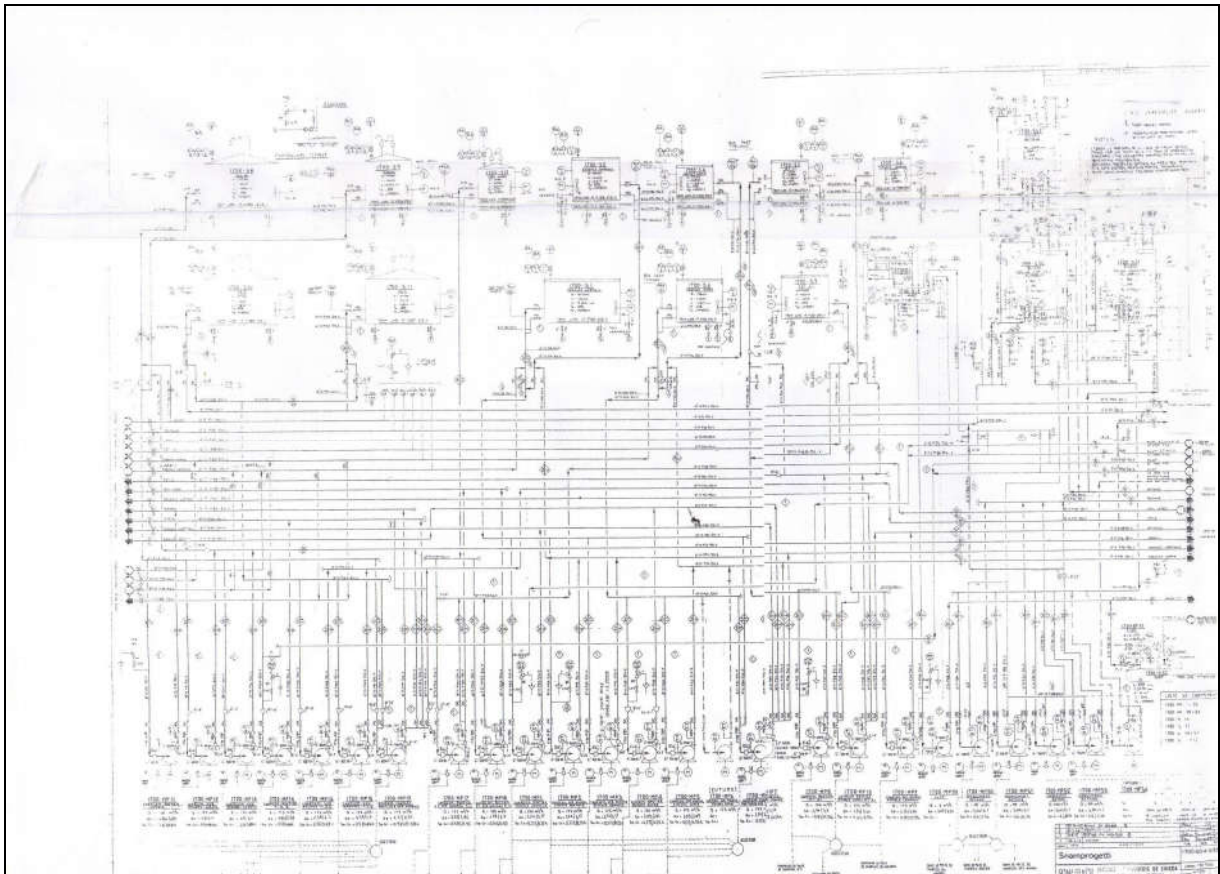


Figure II.6 : Schéma de principe

Source : Naftal, 2013

### **III.5. Matières premières, matériaux et additifs**

En plus des carburants qui se trouvent sur le site, il y a d'autres matériaux additifs et produits chimiques qui sont utilisés ou entreposés dans l'entrepôt. Les carburants concernés par cette activité sont le Gasoil, l'essence, l'essence sans plomb et le JET A1, les additives pour les carburants sont les colorants et les produits chimiques sont : le polyélectrolyte, le phosphate trisodique, la chaux. Nous donnons les principales caractéristiques de produits carburants :

#### **III.5.1. Données relatives au Gasoil**

Le Gasoil est un produit de la distillation du pétrole, il est composé de divers hydrocarbures dans la série des carbones C14 à C20. Il a l'apparence d'un liquide clair de couleur ambre. Il est peu volatil à la température ambiante, son point d'éclair variant entre 50 et 95 °C, mais il peut émettre des vapeurs qui forment un mélange explosif avec l'air (limite d'explosibilité entre 0,6 % et 7,4 %) lorsqu'il est chauffé.

Bien que le diesel soit inflammable, il pose peu de risque d'explosion dans un milieu non confiné en raison de sa faible volatilité à la température ambiante. Le diesel est moins dense que l'eau (densité relative d'environ 0,85) et il est insoluble dans celle-ci. Il est incompatible avec les agents oxydants. Le tableau en annexe regroupe les principales propriétés physico-chimiques du Gasoil, signalons que ces données sont fournies par l'exploitant (Naftal).

#### **III.5.2. Données relatives au kérosène (JET A1)**

Le kérosène est un produit de la distillation du pétrole, il est composé de divers hydrocarbures dans la série des carbones C10 à C22. C'est un liquide légèrement visqueux, d'odeur caractéristique.

Le kérosène est inflammable, moins dense que l'eau (densité relative inférieure à 1,0) et insoluble dans celle-ci. Il est incompatible avec les agents oxydants. Des charges électrostatiques peuvent se former à la suite de son mouvement. Le tableau de l'annexe regroupe les principales propriétés physico-chimiques du kérosène, signalons que ces données sont fournies par l'exploitant (Naftal).

### III.5.3. Données relatives aux essences

Les essences sont des produits de la distillation du pétrole, elles sont composées de divers hydrocarbures dans la série des carbones C4 à C10. Les différentes spécifications de l'essence super et normale sont données **en annexe**.

### III.6. Effluents liquides

Le procès, en fonctionnement normal ne génère pas d'effluents liquides. Cependant, des effluents liquides peuvent être générés d'une manière intermittente (non pas par le process) au niveau du site et que l'on classe de la manière suivante :

- Les eaux usées sanitaires qui sont envoyées dans le réseau des eaux usées;
- Les eaux pluviales sont drainées vers l'extérieur ;
- Les eaux huileuses et liquides déversés accidentellement issus de la cuvette de rétention, au niveau de postes de pompage et de postes de chargement / déchargement de wagons sont acheminées vers la station de traitement ;
- Les eaux de purge sont collectées dans des avaloirs qui se dirigent vers l'unité de traitement.

Les eaux polluées ne sont pas rejetées vers un cours d'eau. Malheureusement, la station de traitement est actuellement à l'arrêt. Mais le procédé de séparation physique (décantation) existe toujours.

### III.7. Déchets solides

L'activité de stockage et de distribution ainsi que le process ne génèrent pas des déchets solides. Cependant, au niveau du site des quantités très importantes de matériels vétustes de type métallique et autres sont déposés dans différents endroits. Ce matériel est généré essentiellement par l'activité du garage situé dans le site de l'entrepôt et qui n'est pas géré par les responsables de l'entrepôt.

Nous donnons une liste par type de matériels déposés :

- Ménager
- Les pneus,
- Les batteries
- Des pièces métalliques appartenant au centre GPL à proximité.

Notons que ces déchets sont vendus aux enchères après réforme quand si nécessaire.

Les déchets ménagers sont récupérés par les services de la commune (2 fois par semaine). La copie des PV de réforme est non disponible.

Ces différents types de déchets sont classés par la réglementation algérienne (**Décret exécutif n° 06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux**). Le tableau II.2- récapitule cette classification

**Tableau II.2 :** Classification des déchets solides de l'entrepôt

| Code du déchet | Désignation du déchet  | Classe du déchet * | Critères de dangerosité |
|----------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| 16.1.1         | Pneus hors d'usage     | S                  |                         |
| 17.4.5         | Métaux (fer et acier)  | S                  |                         |
| 16.6.1         | Accumulateurs au plomb | SD                 | Toxique                 |
|                | Déchets ménagés        | AM                 |                         |

\*S : Spéciaux ; AM : Assimilé Ménager, SD : Spéciaux Dangereux

**Source :** Macro consulting invest audit environnemental

Les différents types de déchets énumérés dans le tableau précédent englobent la majeure partie des déchets existants au niveau de l'entrepôt. Leur dangerosité est variable ; on peut trouver des déchets assimilé ménager, des déchets spéciaux et spéciaux dangereux.

Selon la loi n° 01 - 19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, qui fixe les modalités de la gestion, de contrôle et de traitement des déchets ; et notamment l'article n°8, Naftal est tenu d'assurer ou de faire assurer, à ses frais, l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle.

### III.8. Emissions de bruit

Le dépôt est situé loin de la ville dans une zone non sensible (hôpital, école.) au plan du bruit.

Les seules sources internes susceptibles d'émettre du bruit au niveau du site sont les pompes et le groupe électrogène lorsqu'il est en fonctionnement.

Nous avons effectué, à l'aide d'un sonomètre de marque Testo, des mesures de bruit dans les le tableau suivant :

**Tableau II.3 : Valeurs mesurées de niveaux de bruit sur site**

| Equipement concerné | Caractéristique du lieu             | Endroit de mesure                       | Valeur mesurée dB |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| Pompe incendie      | Salle pompe incendie                | Moto pompe diesel<br>A 10 m de la pompe | 71,7              |
| Pompe produit       | Salle pompe produits<br>(air libre) | La pompe N°8                            | 87,6              |
|                     |                                     | La pompe N°19                           | 88,5              |
|                     |                                     | Les pompes 11 et 12<br>en même temps    | 82,9              |
| Groupe électrogène  | /                                   | /                                       | > 130             |
| Pompe de chargement | Poste de chargement                 | /                                       | 43,5              |

**Source : Macro consulting invest audit environnemental**

Notons qu'au niveau de l'entrepôt, il y a un casque stop bruit déposé dans l'abri du groupe électrogène.

Ces valeurs montrent qu'à proximité de ces équipements des niveaux de bruit élevés peuvent être atteints.

Ce qu'il faut noter que les équipements précités ne fonctionnent qu'occasionnellement et sont implantés loin des bureaux ; par conséquent les employés ne sont pas exposés d'une façon continue aux nuisances sonores.

Les niveaux sonores émis par les pompes au cours de leur fonctionnement n'atteignent jamais des niveaux susceptibles d'être perçus par la population à l'extérieur du site, car celle-ci est inexistante.

Selon l'article 2 du décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits, les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation,

dans les voies et les lieux publics ou privés sont de 70 décibels en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels en période nocturne (de 22 heures à 6 heures).

### **III.9. Site contaminé (sol et sous-sol)**

Il n'y a eu jamais de déversements de produits importants ; et l'état actuel du site : absence taches de produits et de fissuration qui peuvent faciliter les infiltrations et la contamination du sol.

### **III.10. Présence d'amiante**

Il n'y a pas de matériaux qui contient de l'amiante, mais on peut trouver de l'amiante dans les hangars où sont stockés les lubrifiants et pneumatiques. Il y a un projet de rénovation de toitures, notons que les hangars ne sont pas gérés par la branche carburant terre de Naftal, par conséquent ne sont pas concernés par cette étude.

## **IV. Conclusion**

Après diagnostic du procédé, et des différentes installations et infrastructures installées, et en se basant sur les contrôles visuels des lieux au cours de la visite ainsi que sur les résultats des analyses et des mesures réalisées dans l'entrepôt, nous pouvons dire que nous avons atteint notre objectif dans cette partie d'étude.

---

*Chapitre III :*

*Pollution, procédés de  
traitement et d'analyse des  
eaux*

---

## I. Pollution des eaux

### I.1. Généralités

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés (physique, chimique et biologique par des déversements des rejets de corps étrangers directs ou indirects).

Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines:

- Urbaine (activités domestiques; eaux d'égout, eaux de cuisine...)
- Agricole (engrais, pesticides)
- Industrielle (chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...)

La pollution est directement liée aux activités industrielles et agricoles. Nous nous intéressons aux rejets liquides transportés par l'eau, appelés couramment les eaux résiduelles industrielles contenant divers produits hautement toxiques.

### I.2. Origine des polluants et types de pollutions industrielles

Les eaux résiduelles industrielles sont spécifiques par leur volume et leur composition. On distingue trois types de pollutions :

#### I.2.1. Pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques, elle est d'origine domestique. On peut la répartir en trois classes: mécanique, thermique et radioactive <sup>[1,5]</sup>.

- ***Pollution mécanique***

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers, soit du sable ou bien les matières en suspension MES.

- ***Pollution thermique***

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..) ont une température de l'ordre de (70 à 80) °C. Elle diminue jusqu' à (40 à 45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau qui influe sur la solubilité de l'oxygène.

En outre, tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralentit la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter.

Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favoriser le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique <sup>[1,2]</sup>.

- ***Pollution radioactive***

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements <sup>[1], [2]</sup>.

### **I.2.1. Pollution chimique**

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories : Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols...) ; Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

- ***Pollution organique***

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de la fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives <sup>[2,6]</sup>.

- ***Hydrocarbures***

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires).

Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition.

En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes <sup>[7], [5]</sup>.

· **Toxicité aigue:** elle s'exerce sur l'ensemble des êtres vivants du milieu (végétaux, animaux ou bactéries) provoquant des disparitions immédiates des poissons s'effectuent par colmatage des branchies. Les oiseaux sont également tués en masses par engluage des plumes. On estime entre 150 000 à 400 000, le nombre d'oiseaux tués annuellement par les hydrocarbures <sup>[7]</sup>.

· **Toxicité à long terme:** les hydrocarbures ou les produits de dégradation, peuvent être accumulés par les différents organismes marins, après leur ingestion, leurs effets peuvent s'étaler sur des périodes très longues. Ce danger est évidemment plus grave lorsqu'il s'agit des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA) cancérigènes (méthyle chloroanthrène, benzanthracènes, benzopyrènes). Ils sont repris par les chaînes alimentaires et concentrées jusqu'à des taux très élevés. On imagine le danger que peut présenter ce phénomène pour le consommateur humain <sup>[7]</sup>.

- **Phénols**

Ils désignent un ensemble de composés hydroxylés du benzène. La présence du phénol dans l'eau a pour origine les polluants industriels (usine chimique, cokeries, industries pétrochimique, raffineries...) ainsi que les revêtements bitumeux des canalisations et des réservoirs, la décomposition des produits végétaux et la dégradation des pesticides. Ces produits s'oxydent faiblement, se fixent peu, se filtrent facilement et ils sont souvent biodégradables; alors ils ne se trouvent qu'en faible quantité. Leur inconvénient principal est qu'ils donnent à l'eau un goût extrêmement désagréable et très persistant marqué de chlorophénol lorsqu'ils sont en présence de chlore. Les poissons accumulant 30 mg/kg de phénols sont impropres à la consommation. Les phénols peuvent être séparés des eaux résiduaires par extraction liquide-liquide ou oxydés par le chlore ou l'ozone ou détruits par un traitement biologique <sup>[8]</sup>.

• **Pollution minérale**

- **Métaux lourds :**

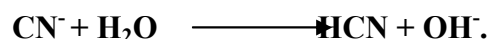
La présence des métaux lourds dans l'eau, l'atmosphère et par conséquent la chaîne alimentaire est le cas le plus intéressant parmi les problèmes posés. Spécifique. Les métaux sont classés par ordre décroissant de toxicité comme suit:  $Hg < Cr < Ti < Cu < Co < Ni < Pb < Zn$ .

Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisés et concentrés par les organismes vivants. L'irréversibilité de cette pollution est préoccupante du fait qu'il est impossible de les récupérer, une fois dissipé dans la nature <sup>[5, 9]</sup>.

- **Cyanure :**

Les cyanures, c'est un poison à action rapide qui peut se rencontrer sous plusieurs formes, y compris les formes gazeuses, liquides et solides. Bien que les cyanures se rencontrent naturellement dans beaucoup d'aliments et de plantes. L'industrie rejette d'autres composés cyanogènes (installation de cyanuration, galvanoplastie, traitement de minerais...).

L'ion  $\text{CN}^-$  est toxique en raison de l'acide cyanhydrique qui se produit en présence d'eau selon l'équilibre:



- ***Pollution due à l'azote***

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires <sup>[2]</sup>. L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3$  ou  $\text{NH}_4^+$ ) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).

- ***Pollution par le phosphore***

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire <sup>[8]</sup>. Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques <sup>[2]</sup>.

- ***Pollution microbiologique***

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique...) <sup>[10]</sup>.

### **I.3. Paramètres de mesure de la pollution**

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents **[3,10]**. Parmi ces paramètres on cite les plus importants:

#### **I.3.1. Paramètres physiques**

##### **A. Température**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier  $\text{O}_2$ ) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau <sup>[10,11]</sup>.

### **B. Potentiel d'hydrogène**

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) <sup>[1],[11]</sup>.

### **C. Turbidité**

Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence des MES<sup>[12]</sup>.

### **D. Matières en suspension**

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI. Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante.

La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres <sup>[3] [4]</sup>.

## **I.3.2. Paramètres chimiques**

### **A. Demande chimique en oxygène (DCO)**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales). Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendant 2h <sup>[7,8,13,14]</sup>.

### **B. Demande biologique en oxygène (DBO5)**

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées. L'épuration biologique aérobie complète d'une ERI exige en fait un temps de 21 jours (DBO 21 dit ultime) nécessaire pour l'oxydation des composés azotés biodégradables, ou de 28 jours sinon 35 jours, qui représentent le temps de dégradation de certaines familles d'hydrocarbures.

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> est l'indice de la biodégradabilité d'une eau. Pour qu'une pollution soit dégradable le rapport est inférieur à 2,5 <sup>[1,8,14]</sup>. La moyenne pondérée de la DCO et la DBO mesurée après décantation pendant 2h suivant la formule:  $(DCO + 2 DBO_5) / 3$  correspond aux matières existantes MOX <sup>[2]</sup>.

### C. Carbone total organique COT

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO<sub>2</sub> à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon <sup>[1,7,11]</sup>.

### D. Azote total N<sub>t</sub>

Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les ERI recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) <sup>[1,3]</sup>.

### E. Phosphore total P<sub>t</sub> :

Le phosphore se trouve dans les aux résiduaire industrielles (ERI) sous formes:

- \* D'orthophosphate, soluble PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub><sup>-</sup>;
- \* De polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate;
- \* De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie <sup>[1]</sup>.

## I.3.2. Autres paramètres

### - Hydrocarbures :

La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées d'huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon est selon la méthode utilisée, car celle-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents <sup>[4]</sup>.

- **Micropolluants :**

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substance qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités <sup>[4]</sup>.

Les principaux micropolluants sont :

- Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, ...Hg);
- Composés phénolique, organohalogénique, organophosphoré, huile minérale, hydrocarbure aromatique polycyclique;
- Certains dérivés nitrés <sup>[1]</sup>.

## II. Techniques de traitement

### II.1. Classification des techniques de dépollution <sup>[6]</sup>

Les différentes techniques de dépollution peuvent être classées :

- en fonction de la nature des procédés employés,
- en fonction du lieu de traitement,
- en fonction du devenir des polluants.

### II.2. Procédés d'élimination des hydrocarbures

On peut distinguer cinq types de procédés pour l'élimination des hydrocarbures que ça soit halogénés (volatiles) ou non halogénés (non volatiles) :

- Confinement ;
- Procédés Chimiques ;
- Procédés Biologiques ;
- Procédés Physiques ;
- Procédés Thermiques.

Pour commencer, il faut connaître les propriétés des hydrocarbures stockés dans le complexe afin de choisir le traitement le plus adapté, tel que :

**Tableau III.1 :** Propriétés des hydrocarbures du complexe d'El Khroub

| Type de carburant | Masse Vol à 15°C (Kg/m3) | Solubilité dans l'eau (mg/l)      | Tension de vapeur saturante (hPa) | T°C éb    |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Essence           | 680 à 790                | 100 à 250                         | 350 – 900 à 37.7°C                | 20 à 200  |
| Gasoil            | 820 à 860                | pratiquement insoluble dans l'eau | 1 mbar à 20 °C                    | 170 à 390 |
| Jet A1            | 775 à 840                |                                   | -                                 | 300       |

**Source :** Centre carburants Constantine El Khroub

**\* Choix du procédé d'élimination**

Selon le rapport finale de BRGM/RP -58609- FR publié en Juin 2010 sur « Quelles techniques pour quels traitements – Analyse Coûts- bénéfices », plusieurs des techniques de traitements qui vont être citée en ce qui s'ensuit sont prouvées et approuvées que ce soit du point de vue théorique ou pratique. L'enchaînement possible des différentes étapes de traitement des rejets aqueux on site est le suivant :

- La récupération du produit pur,
- Le prétraitement : l'élimination des composés nuisibles (MES, précipités...),
- Le traitement des composés organiques en phase dissoute ou adsorbés,
- Le traitement des composés inorganiques en phase dissoute ou adsorbés.

Préalablement au choix de la technologie de traitement, il conviendra de tenir compte de leur efficacité attendue et de leur adéquation avec les objectifs de traitement visés.

Les concentrations admissibles en rejet vont conditionner de manière importante la filière de traitement à mettre en place. Ainsi, si les normes des rejets en milieu naturel sont basses, des traitements de finition seront alors souvent indispensables (traitement tertiaire...). Par exemple, si les concentrations en hydrocarbures dissous admissibles dans un rejet dans une rivière sont de quelques  $\mu\text{g/l}$ , il conviendra de mettre en place un déshuileur suivi d'un filtre à sable et d'un filtre à charbon actif (précédé ou non d'une filtration complémentaire).

Notre choix se portera sur les critères suivants :

- Critères techniques et organisationnels,
- Critères économiques,
- Critères environnementaux,
- Critères sociopolitiques.

Pour les critères techniques et organisationnels, une présélection a été faite selon la nature du polluant (Tableau III.2), les critères propres au milieu support des polluants (contexte géologique, hydrogéologique, hydrologique...etc.), les critères propres au site (réhabilitation, nouvelle construction ....etc.), après avoir défini dans le deuxième chapitre les objectifs pour lesquels on veut faire cette dépollution.

**Tableau III.2:** Matrice de possibilité de dépollution pour les polluants organiques (UK Environment Agency, 2004a)

|                                       | Neutralisation | Précipitation | Coprécipitation/coagulation | UV/ozone | Oxydation chimique | Réduction | Distillation | Air Stripping | Stripping à la vapeur | Adsorption sur charbon actif | Evaporation | Séparation par gravité | Flottation | Séparation par membrane | Echange d'ions | Filtration | Traitement biologique | Traitement électrochimique |
|---------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------|----------|--------------------|-----------|--------------|---------------|-----------------------|------------------------------|-------------|------------------------|------------|-------------------------|----------------|------------|-----------------------|----------------------------|
| Métaux lourds                         | x              | ●             | ●                           | x        | x                  | ○         | x            | x             | x                     | ○                            | ●           | ●                      | x          | ●                       | ●              | ●          | x                     | ●                          |
| CrVI                                  | x              | ●             | x                           | x        | x                  | ●         | x            | x             | x                     | ○                            | ●           | x                      | x          | ○                       | ●              | x          | x                     | ●                          |
| As                                    | x              | ○             | ●                           | ○        | ○                  | x         | x            | x             | x                     | ○                            | x           | ○                      | x          | ●                       | ●              | ●          | x                     | x                          |
| Hg                                    | x              | ●             | ●                           | x        | x                  | ●         | x            | x             | x                     | ●                            | x           | ○                      | x          | ○                       | ●              | ●          | x                     | x                          |
| Cyanures                              | x              | x             | x                           | ●        | ●                  | x         | x            | x             | x                     | x                            | ●           | x                      | x          | ●                       | ●              | x          | ○                     | ○                          |
| Eléments corrosifs                    | ●              | ●             | x                           | x        | x                  | x         | ○            | x             | x                     | x                            | x           | x                      | x          | x                       | x              | x          | x                     | x                          |
| COV, COHV                             | x              | x             | x                           | ○        | ●                  | x         | ●            | ●             | ●                     | ●                            | x           | x                      | x          | ○                       | ○              | x          | ○                     | x                          |
| Cétones                               | x              | x             | x                           | ○        | ●                  | x         | ●            | ●             | ●                     | x                            | x           | x                      | x          | x                       | x              | x          | ●                     | x                          |
| SCOH, SCOHV                           | x              | ○             | ○                           | ●        | ●                  | x         | ●            | x             | ●                     | ●                            | ○           | ○                      | ○          | ●                       | ●              | x          | ●                     | x                          |
| Pesticides                            | x              | ○             | ○                           | ●        | ●                  | x         | ●            | x             | ○                     | ●                            | ○           | ○                      | ○          | ●                       | ●              | ●          | ○                     | x                          |
| PCB                                   | x              | ●             | ●                           | ●        | ●                  | x         | ●            | x             | x                     | ●                            | ●           | ●                      | ●          | ●                       | ●              | ●          | ○                     | x                          |
| Dioxines                              | x              | ●             | ●                           | ●        | ○                  | x         | ●            | x             | x                     | ●                            | ●           | ●                      | ●          | ●                       | ●              | ●          | ○                     | x                          |
| Huiles et graisses/produits flottants | x              | ●             | ●                           | x        | x                  | x         | ●            | x             | x                     | x                            | ●           | ●                      | ●          | ●                       | ●              | ○          | ○                     | x                          |

● : applicable ; ○ : moyennement applicable ; x : non applicable

**Source :** Quelle technique pour quel traitement, BRGM/RP, Juin2010

Les critères environnementaux et sociopolitiques ne sont pas pris en compte, vu que c'est une étude de réhabilitation faite principalement afin de réduire les impacts des polluants sur l'environnement, donc il n'y aura pas de contrainte de ce côté.

Les critères qui auront un poids dans la sélection sont bien-sûr les critères économiques, le premier critère à prendre en considération est le coût du procédé de dépollution et la disponibilité de la technologie en Algérie.

### II.2.1. Description des principaux Procédés d'élimination des Hydrocarbures <sup>[6]</sup> :

✓ **Séparation par membrane :** Termes anglais: Reverse Osmosis System, Ultrafiltration

#### • Principe

L'osmose inverse et l'ultrafiltration sont des techniques de séparation par membrane utilisées commercialement pour le traitement des eaux résiduaires industrielles, des lixiviats de décharges ou le dessalement des eaux.

- **Description**

Il s'agit avant tout d'un traitement tertiaire (donc de finition) qui doit faire l'objet d'un traitement préliminaire.

Le principe de ces techniques est d'exercer une pression sur les eaux souillées afin que celles-ci traversent une membrane, les polluants présents en phase dissoute étant partiellement retenus (les composés de faibles poids moléculaires traversent les membranes alors que ceux de poids moléculaires plus élevés sont retenus).

La différence entre l'osmose inverse et l'ultrafiltration réside dans la pression appliquée au niveau des membranes ainsi que les pores de ces membranes ; les pores sont plus petits et les pressions sont plus élevées pour l'osmose inverse que pour l'ultrafiltration.

Ces membranes se présentent le plus souvent sous forme de tubes (mais aussi de fibres creuses et de spirales).

- **Applicabilité**

Ces procédés membranaires sont surtout efficaces pour traiter les hydrocarbures volatils et semi-volatils présents sous forme dissoute à de faibles concentrations (de préférence inférieures à 5 000 µg/L). D'une manière générale, l'ultrafiltration convient mieux pour les composés de poids moléculaires supérieurs à 1 000 g/mole, tandis que l'osmose inverse convient mieux pour des composés de plus de 200 g/mole.

- ✓ **Échange d'ions** <sup>[6]</sup>

Termes anglais : Ion Exchange

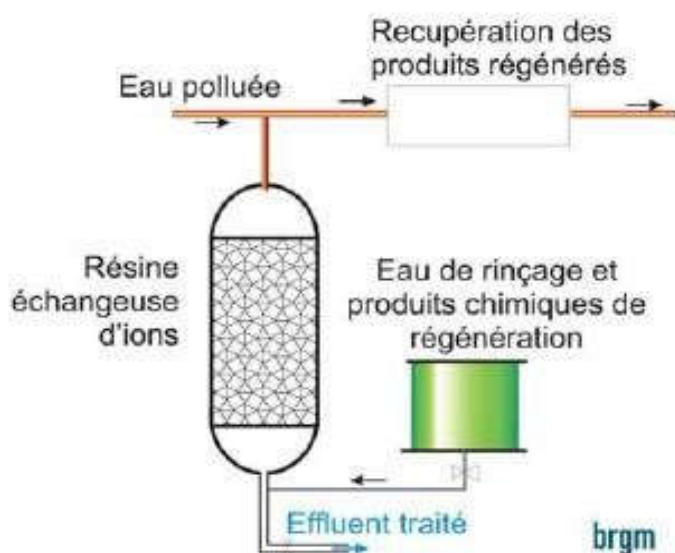
- **Principe**

Le traitement sur résines échangeuses d'ions consiste à substituer les polluants sous forme cationique ou anionique présents dans les eaux souterraines par des cations et des anions « inoffensifs » de la résine.

- **Description**

Les échangeurs d'ions se présentent sous forme de substances granulaires insolubles qui comportent des radicaux acides ou basiques susceptibles de permuter, sans altération ou solubilisation, les cations ou anions fixés sur ces radicaux contre des ions de même signe se trouvant dans les eaux en contact.

Les résines cationiques éliminent donc les cations et celles de type anioniques éliminent les anions Figure III.1.



**Figure III.1 :** Schéma de principe d'une résine échangeuses d'ions

**Source :** *Quelle technique pour quel traitement, BRGM/RP, Juin 2010*

Les réactions d'échange d'ions sont réversibles et sélectives :



#### • Applicabilité

Les métaux solubles, les halogénures, les sulfates, les nitrates et les cyanures sont les anions les plus communément enlevés. Dans une moindre mesure, le procédé est utilisé pour l'enlèvement de certains polluants organiques.

#### ✓ Précipitation, coagulation-floculation, décantation [6]

Termes anglais : Precipitation, Coagulation, Flocculation, Clarification

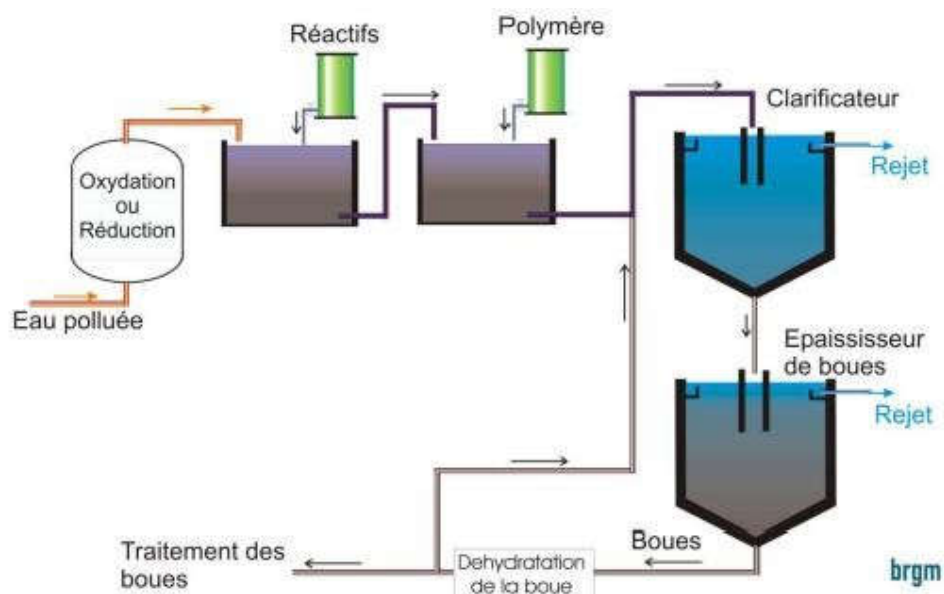
#### • Principe

Le but de la précipitation est de transformer les métaux/métalloïdes dissous en précipités. La coagulation-floculation consiste à agglomérer les colloïdes en flocs afin de les rendre plus décantables. Elles s'appliquent sur des matières en suspension de faibles tailles (non aisément décantables).

La décantation consiste à séparer les eaux des matières décantables gravitairement.

#### • Description

Le schéma de principe global d'une précipitation, d'une coagulation-floculation et d'une décantation est présenté ci-dessous.



**Figure III.2 :** Schéma de principe d'une précipitation, coagulation-floculation, décantation

*Source : Quel technique pour quel traitement, BRGM/RP, Juin2010*

### • Précipitation

La précipitation implique l'ajout de certains produits chimiques afin de transformer les métaux/métalloïdes dissous en précipités. L'insolubilisation est la plupart du temps réalisée à l'aide d'ajout de composés alcalins de type soude (NaOH) ou chaux  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  aux eaux souterraines, ce qui a pour effet d'augmenter le pH et de causer la précipitation des cations métalliques.

La chaux est moins onéreuse que la soude mais produit un volume de boues plus important.

L'ajout de carbonate de soude ou carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) et de phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) est moins couramment utilisé.

D'une manière générale, le choix d'une valeur de pH dans la fourchette de 6,5 à 9 (hormis quelques cas) permet une bonne élimination des métaux dans les eaux usées.

Le pH de précipitation optimal de tous les métaux ne coïncide pas ; c'est pourquoi, il faut trouver une zone optimale de pH réactionnel.

Parfois, la précipitation peut être réalisée sous forme de composés soufrés (très peu solubles) qui permet de précipiter des métaux faiblement complexés ou dans des gammes de pH étroites (par exemple à l'aide d'ajout de sulfure de sodium  $\text{Na}_2\text{S}$ ). Son utilisation est limitée par son coût.

Dans tous les cas, la précipitation nécessite la filière de traitement suivante : cuve de stockage et/ou de préparation du réactif, système de mélange avec les eaux (batch, flash mixer...), matériel de contrôle des conditions de la réaction (stoechiométrie, pH...), filière de séparation (coagulation-floculation, décantation...), filière de traitement des boues.

- **Coagulation-floculation**

La coagulation permet de favoriser l'agglomération des colloïdes en diminuant les forces de répulsion électrostatique (liées aux charges superficielles). La floculation consiste à agglomérer ces particules en microflocs puis en flocs plus volumineux décantables.

Les substances les plus couramment utilisées sont :

- Pour la coagulation : la chaux, l'alun, le sulfate ferrique et le chlorure ferrique,
- Pour la floculation : les polymères organiques à longues chaînes de masse molaire élevée.

- **Décantation**

Par la suite, les particules doivent être séparées gravitairement des eaux via des décanteurs (circulaires, en piston ...) munis ou non de faisceaux lamellaires en fonction du type de particules à séparer (grenues, floculées ...) et des surfaces disponibles. Le surnageant est épuré et les particules décantées sont récupérées au fond de l'ouvrage avant traitement (épaississement, déshydratation, élimination...).

- **Flottation** <sup>[17, 18, 19]</sup>

La flottation est une technique de séparation fondée sur des différences d'hydrophobicité des surfaces des particules à séparer. Elle est utilisée en minéralurgie pour séparer des minéraux entre eux et dans le traitement des eaux usées pour éliminer les huiles et la DBO<sub>5</sub>.

Le flottateur à air dissous est une technique de traitement des eaux usées qui permet la séparation des matières en suspension. Cette séparation s'effectue grâce à l'injection de microbulles d'air dans l'eau à traiter, ces microbulles en remontant à la surface entraînent dans ce mouvement les particules qui sont ensuite écrémées par un racleur de surface, puis retirées des eaux à traiter. Ce procédé est particulièrement adapté aux eaux polluées par des hydrocarbures ou des graisses, végétales ou animales.

Dans la plupart des cas, les eaux à traiter sont préalablement coagulées et floculées afin de rassembler la pollution non-soluble en flocs, particules beaucoup plus grosses qu'emprisonnent les fines bulles d'air dissoutes dans l'eau. Une partie des eaux traitées est récupérée et pressurisée dans un ballon de pressurisation. La détente de cette eau pressurisée

libère les fines bulles d'air qui permettent alors de faire remonter la pollution en surface du flotteur.

À la sortie d'un flottateur les eaux sont quasiment dépourvues de matières en suspension ; reste tout de même certains polluants solubles non-affectés par la coagulation-floculation et il est nécessaire de mettre en place une deuxième étape de traitement d'eau du type : filtration sur charbon actif, ozonation traitement biologique et autre.

#### - C'est quoi la pressurisation ?

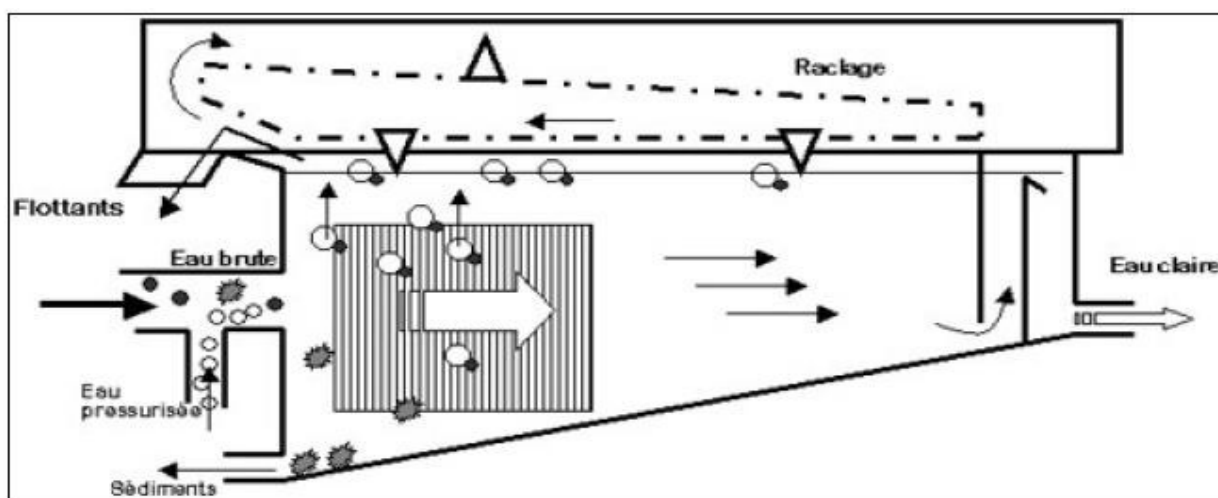
C'est la technique la plus répandue. Les bulles sont obtenues par détente d'une solution enrichie en air dissous sous une pression de quelques bars. On utilise comme liquide pressurisé soit l'eau brute (pressurisation directe), soit l'eau traitée recyclée (pressurisation indirecte).

Pour ce traitement de clarification d'eaux résiduelles industrielles, la pressurisation est indirecte.

Le débit d'eau pressurisé est une fraction du débit nominal de l'installation ; il représente 10 à 50% du débit à traiter avec des pressions de l'ordre de 3 à 6 bars. On réalise une dissolution d'air à un taux d'environ 70% de la saturation à la pression considérée. On consomme ainsi entre 15 et 50 L d'air par m<sup>3</sup> d'eau traitée.

#### • Description

Dans un premier temps la pollution non soluble contenue dans l'eau s'agglomère sous forme de flocs, procédé de coagulation-floculation. Puis l'effluent floculé est mélangé à de l'air solubilisé lors de son injection dans le flotteur. Les boues sont collectées en surface, et l'eau traitée sort à l'opposé de l'appareil.



**Figure III.3 : Schéma du procédé de flottation**

*Source : Quel technique pour quel traitement, BRGM/RP, Juin2010*

- **Applicabilité**

Le procédé de flottation est utilisé dans le traitement des eaux usées afin d'éliminer la pollution non-soluble contenue dans une eau résiduaire de type industriel ou domestique.

- **Traitement des eaux résiduaires [6]**

- **Bioréacteur (procédés intensifs)**

Termes anglais : bioreactors

- **Principe**

Le principe repose sur la mise en contact des eaux polluées avec des microorganismes au sein de réacteurs afin d'assurer leur dépollution.

Les techniques de traitement biologique on site (ou bioréacteurs) sont des techniques éprouvées et approuvées et sont principalement issues du traitement des eaux usées.

- **Description**

On distingue deux types de bioréacteurs, parfois utilisés en ensemble :

- **Les procédés à cultures libres (boues activées Figure III.4) :** comportent une phase de mise en contact des eaux souterraines avec un floc bactérien généralement en milieu aérobie (apport d'oxygène) ; cette phase est généralement suivie par une phase de **séparation des floccs (clarification)**.
- **Les procédés à cultures fixées (lits bactériens ou disques biologiques) :** mettent en jeu les microorganismes fixés sur un matériau inerte poreux très perméable et à grande surface spécifique. Tout comme pour le procédé de traitement par boues activées, les boues en excès sont décantées et/ou filtrées et partiellement recyclées.

Dans tous les cas, les bioréacteurs peuvent être alimentés en continu ou en batch ; si nécessaire une bioaugmentation ou des apports de nutriments peuvent être réalisés.

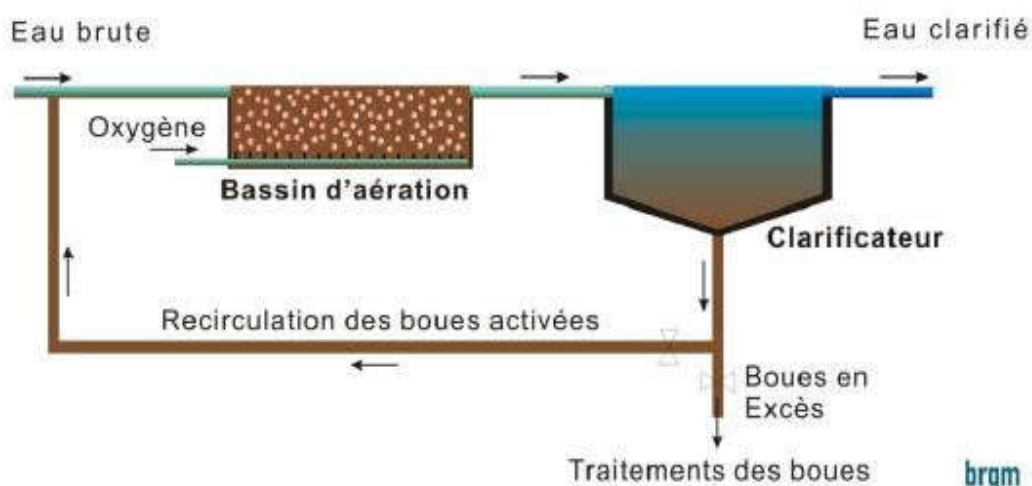


Figure III.4 : Schéma du traitement à boues activées

Source : Quelle technique pour quel traitement, BRGM/RP, Juin 2010

### • Applicabilité

Les bioréacteurs sont principalement utilisés pour le traitement des COV, SCOV ainsi que les combustibles. Ils sont particulièrement efficaces pour l'élimination des composés de faible poids moléculaire, très solubles (par exemple des composés aromatiques), à une concentration en carbone organique total (COT) de moins de 5 000 mg/l. Des traitements, notamment avec des cométabolites, ont été réalisés avec succès sur des COHV, SCOHV, PCP, PCB, pesticides mais restent encore très peu utilisés sur des eaux souterraines.

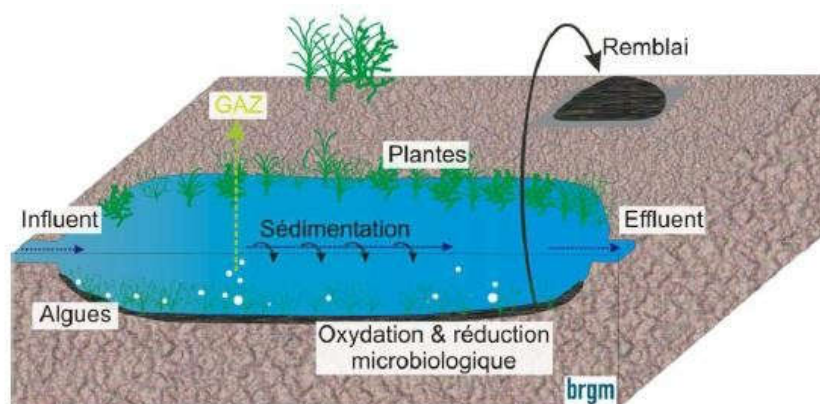
#### - Bioréacteurs (procédés extensifs) <sup>[6]</sup> : Termes anglais : Constructed wetlands

En dehors des techniques de traitement intensives précédentes, il existe également des techniques de traitement extensives, comme par exemple le lagunage. Cette technique repose sur une dégradation naturelle des polluants par passages successifs dans différents bassins avec très peu d'intervention humaine, mécanique et chimique.

Cette technique est largement utilisée dans le domaine du traitement des effluents domestiques usés mais, faute de place, est moins utilisée dans le domaine des sites et sols pollués.

### • Description

Cette technique consiste à faire transiter les eaux contaminées dans plusieurs étangs de faibles profondeurs pendant une longue période durant laquelle les processus de dégradation naturels se mettent en place via l'action des microorganismes, des végétaux (microphytes et macrophytes), du vent et du soleil (Figure III.5). Le processus est généralement aérobie ; l'apport d'oxygène est réalisé par échange avec l'atmosphère, par l'action chlorophyllienne des végétaux ou parfois artificiellement (aérateurs mécaniques flottants ou fixes, insufflation d'air). Le procédé s'accompagne aussi d'une décantation des MES.



**Figure III.5 : Schéma du traitement par Lagunage**

**Source :** *Quelle technique pour quel traitement, BRGM/RP, Juin2010*

- **Applicabilité**

Les lagunages sont principalement utilisés pour le traitement des polluants organiques aisément biodégradables (faible poids moléculaire, solubles et présents à des concentrations modérées). Cette technique est aussi utilisée dans le domaine des mines afin de réaliser la précipitation (parfois biologique) de certains métaux (par oxydation).

### **III. Méthodes d'analyse**

#### **III.1. Mesure de la température**

Il est important de connaître la température de notre échantillon, c'est un paramètre qui influe sur tous les processus chimiques tel que PH, conductivité.

Pratiquement la température est mesurée sur le site soit avec un thermomètre à mesure gradué en (c°) soit avec un appareil électrique.

- **Mode opératoire :**

- Rincer l'électrode de l'oxymétrie avec de l'eau distillée
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser
- Effectuer la lecture après la stabilisation.

#### **III.2. Mesure du pH**

Cette méthode s'applique à toutes les mesures de PH effectuées par le laboratoire sur les échantillons d'eau, d'eau usée, d'eau d'alimentation de chaudière, d'eau de chaudière, de condensat d'eau de mer.

- **Principe**

Un échantillon représentatif est prélevé à la prise d'échantillon dans un flacon d'un litre à large encolure. On détermine le PH dans le même flacon.

Appareillage et réactifs :

- Flacon d'un litre, à large encolure
- PH-mètre
- Electrode de mesure
- Solutions tampons homologuées qui encadrent la gamme de pH (4,7 et 10).

**\* Manipulation et conservation des échantillons :**

Les récipients contenant les prélèvements doivent être bien fermés de façon à éviter toute contamination du produit échantillonné, conservés à l'abri de toute contamination du milieu externe.

**\* Mode opératoire :**

- Mettre l'appareil en service, le laisser chauffer et le ramener à l'équilibre électrique. Rincer l'électrode et le bécher avant chaque utilisation avec de l'eau distillée.
- Calibrer le PH-mètre avec les solutions tampons.
- Placer l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon, laisser la valeur se stabiliser sur le cadran avant la lecture du résultat.

**III.3. Analyse des matières en suspension (MES)**

Cette méthode est basée sur la détermination des matières en suspension après évaporation de l'échantillon.

**• Principe**

On filtre l'échantillon sous vide ou sous pression sur un filtre en papier, le filtre est en suite séché à 105°C et la masse du résidu retenu sur le filtre est déterminée par pesée.

**• Appareillage :**

- Etuve pour MES, Dessiccateur
- Dispositif de filtration, Balance.

**• Mode opératoire :**

- Sécher le filtre à 105°C, le conserver dans un dessiccateur et le peser.
- Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration, et connecter à un dispositif d'aspiration sous vide.
- Choisir un volume d'échantillon puis en le filtre.
- Elever le filtre après on le sèche à 105 °C puis le mettre dans un dessiccateur afin de terminer le refroidissement.
- Peser à nouveau le filtre qui ne contient que les matières qui étaient en suspension avant séchage.

**III.4. Dosage de la demande chimique en oxygène (DCO)**

Cette méthode permet de mesurer la quantité de matière organique oxydée en mg/l contenues dans les eaux usées (eau sanitaire)

**• Principe**

Dans les conditions définies dans la présente norme, d'une prise d'essai de l'échantillon en milieu acide. Ceci en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium et en présence d'un catalyseur l'argent qui jouent le rôle d'un catalyseur d'oxydation permettant de réduire les ions dichromates ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) en ions chromates ( $\text{Cr}^{3+}$ ).  
calcul de la DCO à partir de la quantité de dichromate de potassium réduite exprimée en mg/l.

- **Réactifs**

- Dichromate de potassium <0,5%
- Acide sulfurique >64%
- Sulfate de fer <1%
- Eau déminéralisée <34%

- **Mode opératoire**

- Homogénéiser 500 ml d'échantillon à analyser pendant 02 minutes dans un agitateur
- Préchauffer l'appareil à 150°C
- Prendre les tubes pré dosés, ajouter 02 ml d'échantillon à analyser (pour le type 0 à 1,500 mg/l) .
- Faire en parallèle un essai à blanc en suivant le même mode opératoire.
- Bien refermer les tubes en s'assurant de bien les agiter plusieurs fois afin d'homogénéiser les échantillons.
- Relier les tubes pré dosés à l'appareil AQUALITIQ T108 et porter à ébullition pendant 02 heures à 150°C.
- Laisser refroidir pendant 15 à 20 mn
- Inverser avec précaution les tubes afin de les homogénéiser plusieurs fois en évitant de se brûler, les parois des tubes sont très chaudes.
- Mettre les tubes pré dosés dans un rack, les laisser refroidir dans l'obscurité pendant 30 mn.
- Essuyer et sécher le blanc avant de le calibrer.
- Calibrer le blanc au « zéro » afin de configurer la concentration initiale.
- Passer les tubes pré dosés à l'analyse spectrale afin d'obtenir l'absorbance de l'échantillon.
- Comparer avec la courbe afin d'obtenir la DCO correspondante.

- **Calcul :**

$$DCO = 8000 * C * (V_1 - V_2) / V_0$$

C : Concentration en mole/l de sulfate de fer (II) et d'ammonium

V<sub>0</sub> : Volume en ml de la prise avant dilution

V<sub>1</sub> : Volume en ml de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc

V<sub>2</sub> : Volume en ml de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilisé pour la détermination de l'échantillon.

### III.5. Dosage de la demande biologique en oxygène DBO<sub>5</sub>

#### • Définition

La (DBO) demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20°C et à l'obscurité) par certaines matières présentes dans 1 litre d'eau. Notamment pour assurer leur dégradation par voie biochimique.

#### • Principe

Préparation d'une solution obtenue par dilution de l'échantillon à l'aide d'une eau de dilution apportant un ensemencement. Incubation pendant 5 jours à l'obscurité dans une enceinte réglée à 20°C+ ou -01°C. Mesure de la quantité d'oxygène consommée.

#### • Note

Il est nécessaire de préparer plusieurs solutions correspondant à des dilutions différentes pour pouvoir choisir celle d'entre elles à laquelle correspond une consommation d'oxygène comprise entre 40 et 60% de la teneur initiale.

#### • Réactifs

- Eau distillée ou eau de pureté au moins équivalente
  - Solution de phosphate(A)
  - Dissoudre séparément dans de l'H<sub>2</sub>O 8.5g de monohydrogenophosphate de sodium (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 2H<sub>2</sub>O) ou 17g de Monohydrogenophosphate de sodium dodecahydrates (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 12H<sub>2</sub>O) et 2.8g de dihydrogénophosphate de potassium(KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>).
  - Compléter le volume à 1000 ml et homogénéiser.
  - Solution de sulfate de magnésium à 20 grammes par litre de CaCl<sub>2</sub>. (c)
  - Solution de chlorure de calcium à 25 grammes par litre de FeCl<sub>3</sub>, 6H<sub>2</sub>O. (D)
  - Solution de chlorure d'ammonium à 2 grammes par litre de NH<sub>4</sub>Cl. (E)

#### • Appareillage

- Flacons d'incubation (spéciaux ou non) à bouchons robes de 150 ml par exemple.
- Enceinte réglable à 20°C+ ou -01°C.

**NB:** Le dosage de l'oxygène dissous peut être effectué par voie chimique (dosage volumétrique) ou par voie électrochimique (oxymétrie).

**• Mode opératoire****1. Préparation de l'eau de dilution (à partir de l'H<sub>2</sub>O) :**

- Pour chaque litre de solution à préparer, ajouter à de l'H<sub>2</sub>O
- 5ml de solution de phosphates (B) et soit les volumes suivants de réactifs :
- 1 ml de solution de sulfate de magnésium(c)
- 1 ml de solution de chlorure de calcium(D)
- 1 ml de solution de chlorure de fer (E)
- 1 ml de solution de chlorure d'ammonium (F).
- Préparer l'eau de dilution de cette solution en ajoutant 5 ml d'eau d'ensemencement par litre.
- L'eau de dilution ainsi obtenue doit être maintenue à 20°C et utilisée dans la journée.

**2. Exécution de l'essai :**

Dans une fiole jaugée un volume connu d'échantillon, amener au volume à l'aide de l'eau de dilution et homogénéiser.

- Vérifier que le PH du mélange obtenu est compris entre 6 et 8.

**IV. Conclusion**

Après avoir connu des généralités sur la pollution des eaux, des diverses techniques de traitement ainsi que les méthodes d'analyse et de caractérisation de la qualité des eaux, notre choix a été bien fixé sur un traitement adéquat à notre étude.

---

*Chapitre IV :*

*Aperçu technique sur la*

*STEP*

---

## I. Equipements installés représentant la source de pollution en hydrocarbures

Le complexe carburant occupe une superficie totale de 24 hectares, ayant comme points de collectes des eaux polluées en hydrocarbures les infrastructures suivantes :

### I.1. Aires de stockage des carburants

#### I.1.1. Bacs de stockage

L'aire de stockage du complexe est constituée de douze (12) bacs ayant les caractéristiques dans le Tableau IV.1 :

**Tableau IV.1 : Les bacs de stockage**

| N° du bac | Produit stocké  | Capacité stockage (m <sup>3</sup> ) | Type                                |
|-----------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 8,10, 11  | Gasol           | 3x11000                             | En acier à toit fixe et aérien      |
| 9         | Gasol           | 4000                                | En acier à toit fixe et aérien      |
| 1         | Essence normale | 1100                                | En acier à toit flottant et aériens |
| 2         | Essence normale | 4000                                | En acier à toit flottant et aériens |
| 3         | Essence super   | 4000                                | En acier à toit flottant et aériens |
| 4         | Essence super   | 1000                                | En acier à toit flottant et aériens |
| 12        | Essence sans Pb | 1000                                | En acier à toit fixe et aériens,    |
| 5         | Jet A1          | 3000                                | En acier à toit flottant et aériens |
| 6 et 7    | Jet A1          | 2x1000                              | En acier à toit flottant et aériens |

**Source : Manuel de la STEP**

Ces bacs ont une probabilité très faible de déborder, vue la télégestion faite par le complexe, toutefois dans le cas de débordement, des cuvettes de rétention ont été établies afin de récolter le carburant, munies de vanne donnant à une conduite raccorder a la station d'épuration, ces bacs et ces cuvettes représentent un point fort de récolte des hydrocarbures.

#### I.2. Cuvette de rétention

Il existe principalement deux cuvettes de rétention qui délimitent le lieu d'implantation des bacs. Leurs dimensions sont inconnues.

#### I.3. Poste de chargement

Au niveau de l'entrepôt, il existe deux (02) postes de chargement, un pour les camions citerne et un pour les wagons citernes.

Le poste de chargement camions a cinq (05) voies, huit camions peuvent être chargés en même temps. Il est équipé d'un système de prédétermination du volume à charger.

Le poste de chargement wagons est composé de deux (02) voies ferrées, à quatre (04) bras de chargement de 6" de diamètre, ils sont de marque Pérolo.

Les quatre (04) bras de chargement sont répartis en deux (02) bras pour l'essence normale et deux bras (02) pour le gasoil.

Donc dans la manipulation de tous ces équipements peut engendrer le déversement de

plusieurs litres de carburants, qui seront récoltés par les rigoles qui entourent l'emplacement, des postes.

#### I.4. Gares racleurs

Une gare racleur est une tubulure horizontale sur châssis ancré dans des poteaux, elle permet de recevoir la boule de plastique qui sépare les produits liquides de nature différente, à partir de la raffinerie de Skikda, dans le pipeline, étant raccorder à la station il représente un point de récolte faiblement probable.

#### I.5. Réception du produit (pipeline et wagons citernes)

Au niveau de l'entrepôt, il existe deux pipelines (un ancien et un nouveau), actuellement l'ancien, de 10" de diamètre, est hors service. Le nouveau pipeline Multiproduit de 12" de diamètre, a une longueur de 103,5 km et un débit de 360 m<sup>3</sup>/h, et ou des écoulements sont nécessaires pour le bon fonctionnement du procès, qui seront acheminé par une conduite à la station d'épuration.

#### I.6. Station de pompage de produits

Les pompes sont installées sur une plateforme en plein air, dont le nombre total est de dix neuf (19 pompes), et ou des infiltrations assez importantes sont enregistrées.

## II. Caractéristiques des eaux à traiter

### II.1. Eaux des sanitaires

**Tableau IV.2 :** Caractérisation des eaux des sanitaires

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| Débit :  | 5+30 (m <sup>3</sup> /h) |
| - BOD5   | 150+250 (ppm)            |
| - T.M.S. | 300+500 (ppm)            |

**Source :** Manuel de la STEP

### II.2. Eaux accidentellement polluées

**Tableau IV.3 :** Eaux accidentellement pollués

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| Débit moy                     | 24 (m <sup>3</sup> /h) |
| - Hydrocarbures en suspension | <1000 (ppm)            |
| - Matière en suspension       | <150 (ppm)             |
| - BOD5                        | <80 5 (ppm)            |
| - ph                          | 6.5+8.5                |

**Source :** Manuel de la STEP

### II.3. Caractéristiques des effluents de l'installation après traitement

Les eaux auront des caractéristiques rentrent dans les limites suivants :

**Tableau IV.4 :** Caractéristiques des effluents de l'installation après traitement

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| - <b>Ph</b>                          | 6.5+8.8    |
| - <b>Hydrocarbures en suspension</b> | Nuls       |
| - <b>Hydrocarbures dissouts</b>      | 20 ppm max |
| - <b>Matière en suspension</b>       | 30ppm max  |
| - <b>BOD5</b>                        | 40 ppm max |
| - <b>Azote élémentaire</b>           | 10ppm max  |
| - <b>Phénols et leurs chlorures</b>  | NULS       |
| - <b>Odeur</b>                       | Commode    |
| - <b>Métaux lourds et toxiques</b>   | 5 ppm      |

*Source : Manuel de la STEP*

## III. Description du procédé

### III.1. Description générale

#### III.1.1. Traitement des eaux accidentellement polluées

La dépuration des eaux de pluie accidentellement polluées s'articule dans les opérations unitaires suivantes :

- Dessablage.
- Soulèvement.
- Equalisation – accumulation et 1<sup>er</sup> déshuilage.
- 2<sup>ème</sup> déshuilage avec T.P.I.
- Flottation Wemco.
- Suivi par un traitement de filtration sur charbon actif des eaux accidentellement polluées avec les eaux sanitaires.

#### III.1.2. Traitement les eaux sanitaires

- Dilacération.
- Dessablage et dégraissage.
- Soulèvement.
- Oxydation biologique.
- Clarification.

### **III.1.3. Extraction de l'huile et des boues huileuses**

- Collection.
- Relèvement.
- Séparation finale eaux-huile.
- Pompage aux réservoirs de slop lourd.

## **III.2. Traitement des eaux accidentellement polluées**

### **III.2.1. Dessablage**

Le dessablage élimine les matériaux fins en suspension hors des eaux à traiter. Le traitement est effectuée en introduisant les eaux dans un bassin où elles suivent un régime ordinaire et laissent décanter dans le fond les matériaux en suspension par différence de poids spécifique.

Les solides sédimentés dans le fond du bassin sont déplacés périodiquement.

### **III.2.2. Soulèvement**

Il est effectué automatiquement par 3 pompes centrifuges verticales, dont une de réserve.

### **III.2.3. Equalisation – Accumulation et 1<sup>er</sup> déshuilage**

- L'équalisation a la fonction d'égaliseur les décharges à dépurer de façon à alimenter l'installation avec le flux continu, avec des caractéristiques le plus possible uniformes
- L'accumulation a la fonction d'accumuler un volume suffisant pour alimenter l'installation avec un débit le plus possible constant.
- Le 1<sup>er</sup> déshuilage a la fonction d'éliminer la plus grande partie d'huile de surface de l'eau à traiter.

### **III.2.4. Déplacement de l'huile et des boues au moyen d'un déshuileur séparateur**

C'est au moyen d'un séparateur à plats inclinés et en exploitant la différence de poids spécifique que l'on obtient une deuxième réduction des concentrations d'huile et de solide contenus dans les eaux à envoyer à la flottation. L'huile qui monte à la surface est récoltée au moyen de tuyaux écumeurs.

Les boues qui sédimentent sont drainés périodiquement du fond du bassin et sont envoyées aux lits de dessiccation.

### **III.2.5. Flottation**

Elle est réalisée par des flotteurs de type WEMCO, on obtient l'élimination des hydrocarbures et des solides suspendus, qui sont restés après les traitements précédents, au moyen de désémulsionnants qui, en se transférant en écumes, englobent les particules d'huile et de solides suspendus.

### **III.3. Traitement des eaux de sanitaires**

#### **III.3.1. Rototrituration**

Afin de permettre l'oxydation complète de la charge organique contenue dans les eaux sanitaires, il faut effectuer la trituration complète des solides biodegradables qui sont entraînés par les eaux grasses.

#### **III.3.2. Dessablage et dégraissage**

Ils ont le but d'éliminer les graisses organiques qui seraient dangereuses au bon fonctionnement du procédé d'oxydation biologique.

#### **III.3.3. Soulèvement**

Effectué à l'aide de deux pompes centrifuges verticales dont l'une est réserve à l'autre. Les deux eaux grasses sont envoyées au bassin d'oxydation biologique.

#### **III.3.4. Oxydation biologique**

Elle est effectuée par procédé à boue activées à faible charge volumique avec recirculation des boues.

Ce traitement se déroule dans un bassin doté de turbine d'aération.

#### **III.3.5. Clarification**

Elle est effectuée dans un clarificateur circulaire et a le but de séparer les boues biologiques et les éventuelles écumes du liquide dépuré.

Les boues sédimentées sont recerclées au moyen de pompes dans le bassin de sédimentation biologiques, à part une fraction (boues de surplus) qui est envoyée au lit de séchage.

### **III.4. Extraction de l'huile et des boues huileuses**

#### **III.4.1. Collection**

Les écumes et les boues récupérées dans la flottation et les boues extraites sont envoyées au réservoir d'égalisation et accumulation dans le but de favoriser :

- La séparation de l'eau hors d'huile
- La sédimentation des solides emprisonnés par les écumes et l'épaississement des boues.

Les huiles écumées dans le réservoir d'égalisation – accumulisation sont envoyées directement au soulèvement, les boues huileuses extraites du fond du réservoir sont envoyées à la dessiccation.

#### **III.4.2. Relèvement**

\* Ecumes huileuses et boues : effectué automatiquement par deux pompes centrifuges qui envoient séparément l'une les écumes huileuses, les boues du flotteur au réservoir, l'autre les boues extraites du fond du réservoir aux lits de dessiccation.

\* Huiles : effectué par une pompe centrifuge verticale qui envoie les huiles écumées du réservoir et du T.P.I au traitement de séparateur finale.

#### **III.4.3. Séparation finale eaux-huile**

- La séparation finale du mélange eaux-huile est effectuée a l'aide du désémulsionnant dans deux réservoirs à fonctionnement alterne.
- Le mélange est réchauffe de façon à générer des courants convectifs qui facilite d'abord l'homogénéisation du liquide, ensuite la séparation de l'huile.
- L'eau séparé est recyclée en retournant à l'entrée du dessableur.

#### **III.4.4. Pompage aux réservoirs de slop lourd**

L'huile récupérée et avec un faible contenu d'eau est envoyée au moyen d'une pompe centrifuge horizontale aux réservoirs de slop lourd.

#### **III.5. Traitement des boues biologiques**

Les boues qui, provenant du bassin d'oxydation, sédimentent dans le clarificateur sont recyclées de là au bassin d'oxydation de façon à garder la concentration constante.

Périodiquement et partiellement, elles sont envoyées aux lits de dessiccation de façon a ce que la concentration dans le clarificateur soit toujours opportune de permanences à la dessiccation les boues peuvent être déplacées.

##### **III.5.1. Désémulsionnant**

Trois types de désémulsionnants sont nécessaires pour les types de traitement prévus pour cette installation afin de réaliser la séparation de l'huile hors de l'eau à l'entrée de l'installation, dans la flottation et dans la décantation du slop.

##### **III.5.2. Stockage**

Un désémulsionnant gardé en état de repos à l'intérieur d'un container a tendance à stratifier et épaissir ce qui rend difficile le successif dosage.

Afin d'éviter cela, il faut le garder en agitation, en insufflant de l'air provenant du compresseur d'air services de l'installation, à l'intérieur des réservoirs de contenance.

##### **III.5.3. Dosage**

Les dosages des désémulsifiants sont effectués : au début du traitement des eaux huileuses de façon de favoriser la séparation dans le réservoir d'égalisation-acumulation, ensuite en amont du flotteur, et dans les réservoirs de séparation slop.

## IV. Fonctionnement de l'installation

### IV.1. Généralités

L'installation de traitement a besoin d'un minimum d'assistance pour la conduction pendant l'exercice normal.

Il est extrêmement important de contrôler le fonctionnement parfait de toute la machine. Les analyses devront être faites la régularité prévue et chaque fois qu'on le juge nécessaire.

Le fonctionnement de l'installation doit être régulier et tel qu'il donnera des effluents avec les caractéristiques prévues. Lorsque pour cause de désorganisation ou anomalies, les effluents n'auraient pas les caractéristiques requises, il faudra effectuer à temps toutes les interventions nécessaires à éliminer les inconvénients qui se sont manifestés.

On analysera ensuite les paramètres opératifs des diverses sections d'installation.

### IV.2. Traitement des eaux accidentellement polluées

#### IV.2.1. Dessablage

Lorsque la couche de sable dans les deux dessableurs rejoint une épaisseur qui dérange le déroulement normal il faudra exclure les deux bassins, un à la fois, et ensuite procéder à leur nettoyage.

#### IV.2.2. Réservoir d'accumulation

Contrôlé que l'enlèvement de l'huile séparée soit régler et qu'il ne termine pas d'accumulation. Périodiquement il faut extraire du fond de réservoir les boues décantées.

Le débit de l'eau extraite du réservoir est envoyé au traitement devra être régulière de façon à ce que le niveau dans le réservoir:

- Ne descende jamais à niveau tel que de l'huile puisse s'échapper de la ligne de prise;
- Ne déroule jamais assez pour réduire le volume nécessaire pour les eaux de pluie.

#### IV.2.3. Déshuileur TPI

Périodiquement, de façon à éviter des accumulations, il faudra apporter les huiles séparées à la surface en agissant sur l'écumeur approprié et drainer les boues de fond.

#### IV.2.4. Flotteur WEMCO

Les variantes de conduction de cette section sont:

- a- Quantité de polyélectrolyte.
- b- Quantité d'air introduite par les agitateurs par rotors en étoile.
- c- Le niveau liquide dans les divers compartiments du flotteur.

- **Quantité de polyélectrolyte à doser** : cette quantité est variable de 1 à 10 ppm et est variable selon les types d'eau et de polluants présents dans les eaux à traiter.

En général de grandes quantités de pelyélectrolyte favorisent l'enlèvement des huiles et des solides de l'eau.

- **Quantité d'aire introduit** : De grandes quantités d'aire introduites favorisent la formation d'écumes et la conséquente captation et enlevage des huiles et des solides d'excessives quantités d'aire toutefois peuvent causer la formation excessive d'écumes qu'il sera ensuite difficile d'enlever.

- **Niveau liquide dans les divers compartiments** : Le haut niveau dans les divers compartiments favorise l'enlèvement des écumes au moyen d'écumeurs tournants, mais peut provoquer une sortie excessive de l'eau dans les écumes.



Figure IV.1 : Flotteur sur cite

#### IV.2.5. Traitement de filtration sur charbon actif

Les facteurs qui influencent la filtration sur charbon actif sont :

- l'état du lit et les conditions d'activité du charbon.
- L'état du lit est indiqué par les pertes de charge à travers le lit au débit de projet.
- Cette perte de charge est prévue sur environ de 200 mm H<sub>2</sub>O, lorsque cette perte de charge rejoint les 500 ÷ 600 mm de H<sub>2</sub>O, le filtre doit être exclus et soumis au contre lavage.
- Cette opération se déroule à travers les phases suivantes:
  - 1er contre lavage avec  $Q = 100 \text{ mc/h}$  15 ÷ 20 min
  - 2eme contre lavage avec  $Q = 30 \text{ mc/h}$  30 min.
  - 3eme drainage du fond.

L'état d'activité du charbon actif est indiqué dans le contenu de substances organiques

contenues dans l'eau traitée à la sortie des filtres.

- Dès que le charbon s'est saturé on a prévu qu'il soit remplacé.



**Figure IV.2 :** Les bonbonnes de charbon actif sur site

#### **IV.2.6. Traitement des eaux sanitaires**

Le fonctionnement est basé sur les paramètres suivants :

- a) Intensité de l'opération
- b) recyclage des boues
- c) débit d'extraction des boues
- d) pH.

#### **IV.2.7. Intensité de l'aération:**

L'intensité de l'aération doit être variée sur la base du débit des eaux grasses et de leur charge organique de façon à ce que dans l'eau traitée à la sortie du bassin d'oxydation le contenu en oxygène dissout soit 1 + 4 mg/l.

Des contenus excessifs d'oxygène pourraient provoquer des difficultés pour la décantation successive des boues actives.

Ce réglage de l'oxygène peut être effectué en variant l'immersion des aérateurs.

#### **IV.2.8. Recyclage des boues:**

Le débit des boues de recyclage est le paramètre qui consent d'éviter l'accumulation de boues sur le fond du clarificateur, cette accumulation en dégradant les boues en dérange la sédimentation normale.

#### IV.2.9. Débit d'extraction des boues produites

La quantité de boues extraites est le paramètre qui consent de régler la concentration des boues activés dans le bassin d'oxydation.

La concentration des boues a une influence déterminante sur l'efficacité du procédé de dépuración et doit être constamment gardée entre 2000+3000 ppm prévus en siège de projet et donc la quantité de boues extraites doit être reportée à la quantité de boues produites.

#### IV.3. Traitement des huiles récupérées

Les principaux paramètres opératifs sont:

- a) dosage du désémulsionnant.
- b) température du traitement.
- c) durée du traitement.

##### IV.3.1. Dosage du désémulsionnant

Le désémulsionnant à employer est un désémulsionnant de type eau en huile. Il est normalement dosé en raison de 2+ 5 ppm.

- ✓ Une quantité élevée de désémulsionnant favorise la séparation de l'eau hors de l'huile à récupérer.

##### IV.3.2. Température du traitement

La température à laquelle le traitement doit être effectué est de 60÷80, à cette température les émulsions deviennent instables et l'on devrait avoir la séparation hile-eau.

- ✓ Les températures plus élevées favorisent le traitement.

##### IV.3.3. Durée du traitement

Les temps prévus pour le traitement sont :

- 5 ÷10 heures pour le chauffage
  - 24 ÷48 heures pour la séparation
- ✓ Des temps supérieurs favorisent la séparation.



**Figure IV.3** : Le réservoir du contaminant et le récupérateur des produits purs

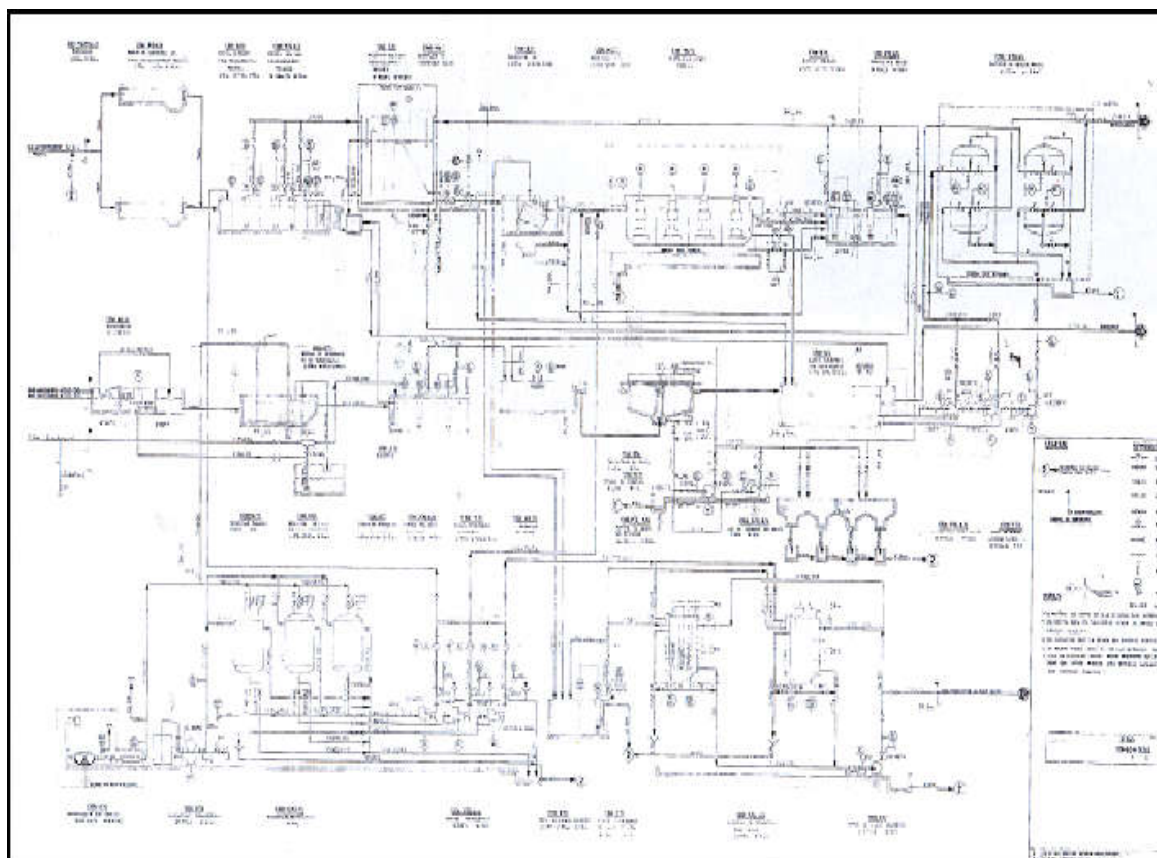
## **V. Problématique de la pollution engendrée par le Complexe**

La vocation principale du complexe NAFTAL est le stockage et la distribution des carburants et les huiles dans la région Est, donc pour cela ils utilisent deux pipes reliant la raffinerie de SKIKDA au complexe par le biais d'une gare racleur <sup>(1)</sup> où les différents types de carburants sont acheminés à leurs bacs <sup>(2)</sup> respectifs et suivant leurs densités, par le moyen d'une station de pompage <sup>(3)</sup>, pour la distribution, des wagons et des camions sont utilisés et qui sont remplis au moyen de bras de chargements <sup>(4)</sup>.

\* Les camions de transports d'hydrocarbures sont périodiquement lavés de l'extérieur dans une station de lavage <sup>(5)</sup> équipée spécialement pour ce fait.

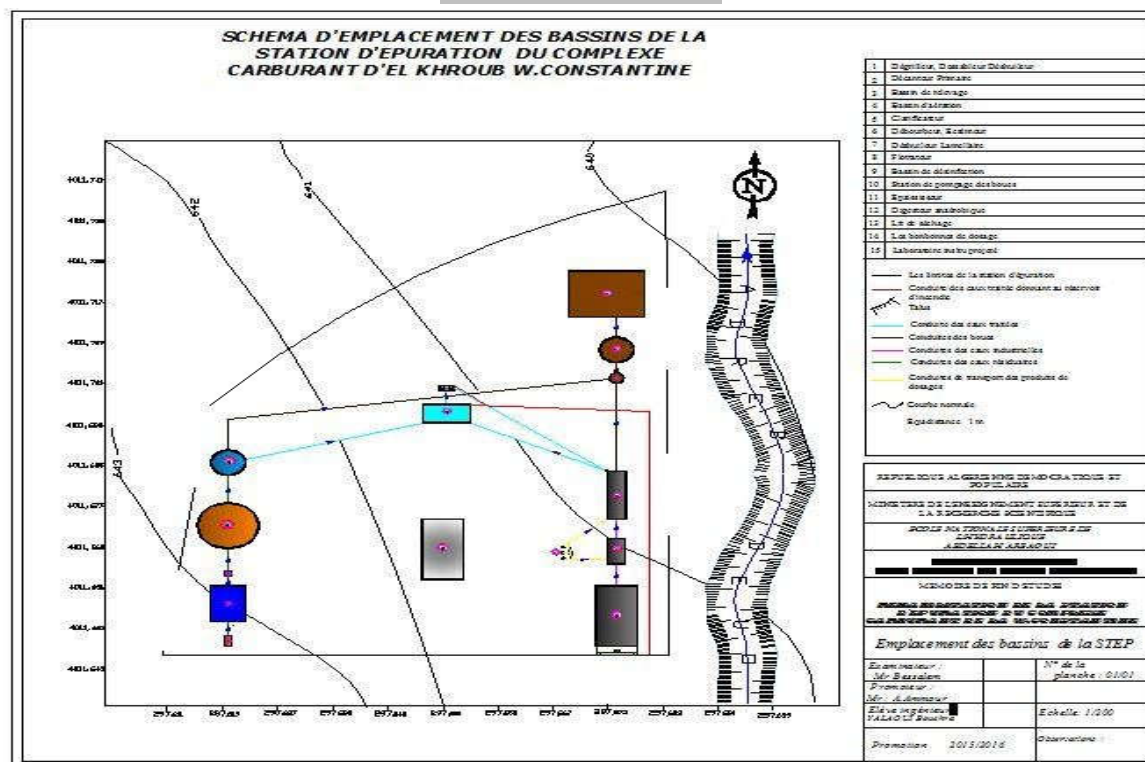
\* Une cuve de rétention <sup>(6)</sup> contenant les bacs de stockage est réalisée pour un scénario de déversement extrême (très peu probable, vu la surveillance téléguidée 24h/24h).

\* Tous les éléments énumérés (1, 2, 3, 4, 5, 6) précédemment représentent des points potentiels de rejets d'hydrocarbures susceptibles d'être acheminés par le réseau d'assainissement qui déverse directement dans le milieu naturel.



**Figure IV.4 : Schéma synoptique de l'ancienne station d'épuration**

**Source : NAFTAL 1975**



**Figure IV.5 : Schéma d'emplacement de la STEP**

**Source : NAFTAL 1975**

**VI. Conclusion**

Ainsi a la connaissance des principales installations de la STEP et leur fonctionnement, nous pouvons passer vers la dernière étape de notre étude ou nous allons faire un diagnostic général et une réhabilitation de la STEP.

---

*Chapitre V :*

*Etude de la réhabilitation de  
la STEP*

---

## **I. Introduction**

Une visite technique des différentes installations de la STEP, sous la supervision de l'ingénieur responsable du service de l'environnement, a permis de recenser un certain nombre de problèmes.

L'analyse des différents résultats fournis renseigne à la fois sur l'état de saturation de la STEP et la qualité du traitement <sup>[3]</sup>.

Afin de déterminer la qualité des eaux rejetées, nous avons prélevé des échantillons dans le dernier compartiment de la station (la sortie) pour le soumettre à une analyse. L'analyse a été effectuée dans le laboratoire de contrôle de qualité de l'entrepôt, réalisée essentiellement par l'équipe du laboratoire et des stagiaires de fin d'étude qui ont le même objectif (venus de l'université de Constantine).

Notre objectif final est de proposer des solutions dans le but d'élever le débit donc un rendement plus important.

## **II. Identification des défaillances**

### **II.1. Dysfonctionnement de la station**

#### **II.1.1. Problème d'entretien**

Toute STEP doit faire l'objet d'une surveillance attentive. L'entretien ne se limite pas seulement au nettoyage des installations, mais aussi au contrôle de la performance des appareils et de la qualité du traitement dans l'ensemble. L'absence d'un tel entretien a fait surgir plusieurs problèmes dont les plus importants sont: le vieillissement des boues et le bouchage de certaines conduites.

#### **II.1.2. Vieillissement des boues**

Par suite d'un fonctionnement de la STEP sans extraction de boues, celles en excès se sont accumulées dans les lits où elles vieillissent à la longue. L'aspect noirâtre de l'effluent dans les lits indique bien ce phénomène. Le vieillissement des boues a pour conséquence de diminuer l'efficacité du traitement à savoir le pourcentage d'enlèvement de la DBO<sub>5</sub>.

#### **II.1.3. Bouchage de conduites**

Le manque d'entretien des installations de la station est cause du bouchage de conduites, notamment celle reliant les bassins de décantation primaire à l'une des lagunes. Ce

qui fait qu'une seule lagune fonctionne normalement d'où une baisse de performance de la station.

#### II.1.4. Equipement mécanique défectueux

L'installation mécanique comprend essentiellement les vannes au niveau du dessableur, des bassins primaires et des bassins de stabilisation. Ces vannes ont pour rôle de réguler les débits afin de permettre un bon traitement surtout dans les bassins de décantation primaires.

Actuellement aucune de ces vannes ne fonctionne.

Certains bassins sont fissurés, les eaux dans d'autres sont eutrophisées, des sédiments remplissent les deux bassins de dessablage à l'entrée des deux lignes et les installations en métal sont corrodées, les figures .....sont munies comme preuves réelles.

Etant donnée cet état détériorées, les eaux polluées récoltées par le réseau d'assainissement passent par la station, sans pour autant qu'elles subissent un traitement, de ce fait les eaux sont rejetés dans le milieu naturel avec des valeurs dépassant les normes.



**Figure V.1 :** Bassin de dessablage-déshuilage de la ligne de traitement des eaux sanitaires



**Figure V.2 :** Bassin de dessablage déshuilage de la ligne d'élimination des hydrocarbures.



**Figure V.3 :** Etat bassin d'aération actuel.



**Figure V.4 :** Etat du clarificateur actuel

### **II.1.5. Canal de trop-plein et regards**

Le canal de trop-plein sert à évacuer directement vers l'émissaire l'excès d'eaux usées non traitées en cas de surcharge de la STEP. A l'état actuel ce canal est sollicité constamment du fait de l'importante quantité d'eau arrivant à la station. Ces eaux évacuées sans traitement représentent un danger pour le milieu récepteur (OUED BERDA)

Il a été aussi constaté un débordement fréquent des regards recevant les différentes conduites provenant des bassins. Cela est dû au mauvais fonctionnement des vannes et à un excédent d'arrivée d'eau brute par rapport à la capacité de la STEP.

### **II.1.6. Défauts de conception**

Dans l'éventualité d'une amélioration des performances de la STEP, il est indispensable d'apporter des correctifs à un certain nombre de défauts constatés au niveau des installations.

Vous allez trouver dans le Tableau V.1, le récapitulatif du diagnostic de l'état des dispositifs qui sont dans la station d'épuration :

**Tableau V.1 : Diagnostic de l'état des dispositifs**

| Dispositif                                        | Description de son état actuel                                                                        |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Traitement des eaux sanitaires</b>             |                                                                                                       |
| <b>Dégrilleur Manuel</b>                          | Corrodé et plein de déchets                                                                           |
| <b>Dessableur-Déshuileur</b>                      | Plein de déchet, de sable, fissuré et l'eau est                                                       |
| <b>Bassin de relevage</b>                         | Fissuré, plein de déchet et les pompes en arrêt                                                       |
| <b>Bassin d'aération</b>                          | En bon état                                                                                           |
| <b>Clarificateur</b>                              | En bon état                                                                                           |
| <b>Traitement d'élimination des hydrocarbures</b> |                                                                                                       |
| <b>Séparateur Huile – Eau</b>                     | Fissuré très profondément, l'eau est eutrophisée et plein de déchets.                                 |
| <b>Le séparateur Thermique</b>                    | Corrodé et très vieille technologie.                                                                  |
| <b>Racleur de surface</b>                         | La barre de raclage est cassée et corrodée, le bassin et très fissuré.                                |
| <b>Flotateur</b>                                  | Très corrodés avec une capacité très petite, les pompes ne marchent plus                              |
| <b>Traitement Tertiaire</b>                       |                                                                                                       |
| <b>Bassin de désinfection</b>                     | Très fissuré, les pompes de dosage ne fonctionnent plus et ne correspond plus aux nouvelles capacités |

### III. Résultats des analyses et interprétation

Nous avons effectué 5 échantillonnages pendant quatre semaines :

- 1<sup>er</sup> échantillon pris à l'entrée de la STEP
- 4 autres pris à la sortie (un échantillon chaque semaine).

#### III.1. Les normes des eaux de rejet

##### III.1.1. Normes internationales

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

**Tableau V.2 : Norme internationale**

| Caractéristiques              | Normes utilisées (OMS) |
|-------------------------------|------------------------|
| PH                            | 6.5-8.5                |
| DBO <sub>5</sub>              | < 30 mg/l              |
| DCO                           | < 90 mg/l              |
| MES                           | < 20 mg/l              |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | < 0.5 mg/l             |
| NO <sub>2</sub>               | 1 mg/l                 |
| NO <sub>3</sub>               | < 1 mg/l               |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | < 2 mg/l               |
| Température                   | < 30°C                 |
| Couleur                       | Incolore               |
| Odeur                         | Inodore                |

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respective pour les eaux usées :

### III.1.2. Norme nationale selon le JORAD

Les normes de rejets des effluents industriels résultent de la loi n° 83-17 du 16 Juillet 1983 portant code des eaux, de l'ordonnance n° 96-13 du 15 Juin 1996 modifiant et complétant la loi n° 83-17, du décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides des industriels et du décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 de la république algérienne démocratique définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

**Tableau V.3 : Les normes de rejet des effluents liquides selon le JORAD**

| Paramètres     | Unités | Valeurs limites |
|----------------|--------|-----------------|
| Température    | °C     | 30              |
| PH             | -      | 6.5-8.5         |
| DBO5           | mg/l   | 30              |
| DCO            | mg/l   | 120             |
| MES            | mg/l   | 35              |
| Azote total    | mg/l   | 30              |
| Phosphor total | mg/l   | 10              |
| Furfural       | mg/l   | 50              |
| Hydrocarbures  | mg/l   | 10              |
| Plomb          | mg/l   | 0.5             |
| Fer            | mg/l   | 3               |
| Mercure        | mg/l   | 0.01            |
| Cuivre         | mg/l   | 0.5             |
| Plomb          | mg/l   | 0.5             |
| Zinc           | mg/l   | 3               |

**III.2. Résultats des analyses :**

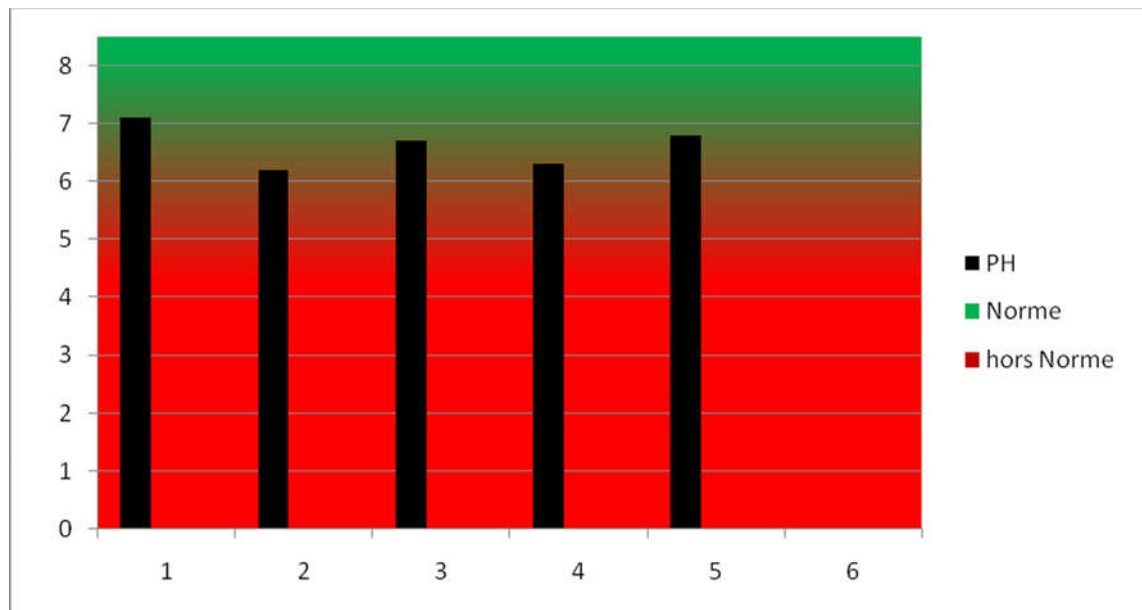
Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau V.4 suivant :

**Tableau V.4 : Résultats des analyses**

| Type d'échantillon         | Entrée de la STEP | Sortie de la STEP | Sortie de la STEP | Sortie de la STEP | Sortie de la STEP |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| N ° échantillon            | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 |
| T° (c)                     | 18                | 23                | 21                | 19                | 23                |
| PH                         | 7.1               | 6.2               | 6.7               | 6.3               | 6.8               |
| DBO5 (mgO <sub>2</sub> /l) | 334               | 250               | 210               | 240               | 238               |
| DCO (mgO <sub>2</sub> /l)  | 290               | 1420.80           | 110.45            | 125.75            | 130               |
| MES                        | 210               | 152               | 135               | 143               | 157               |

### III.3. Suivi et interprétation des paramètres physicochimiques

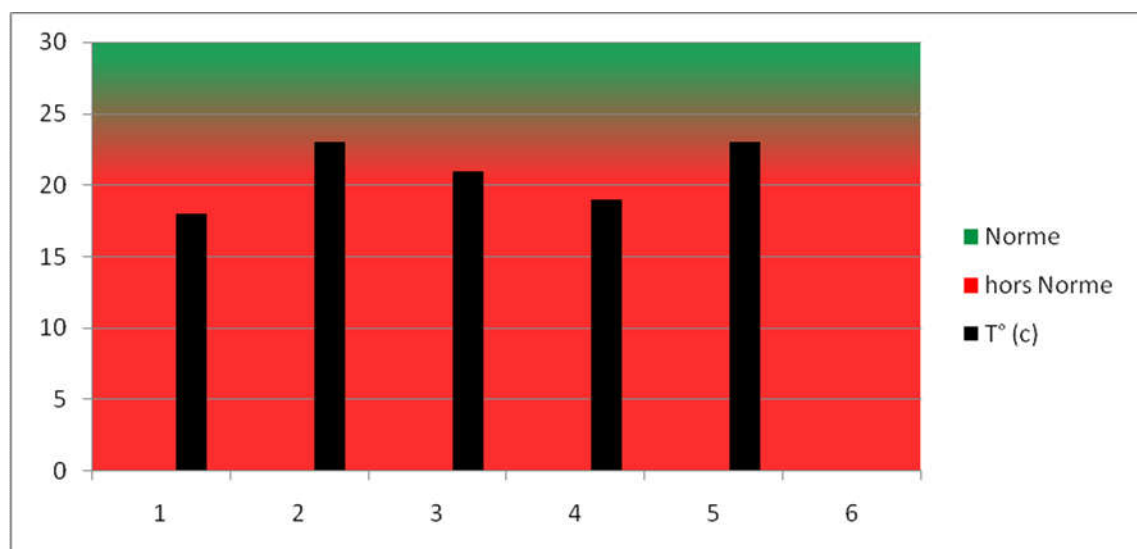
#### III.3.1. Potentiel d'hydrogène PH



**Figure V.5 :** Variation de PH à la sortie de STEP

- Le pH, consiste en la mesure de la concentration des ions  $H^+$  dans le rejet, c'est un indicateur de l'acidité ou de la basicité du rejet.
- Les valeurs sont inférieures à la valeur limite autorisée par notre réglementation.
- Les valeurs obtenues favorisent la croissance des bactéries dans un milieu légèrement basique.

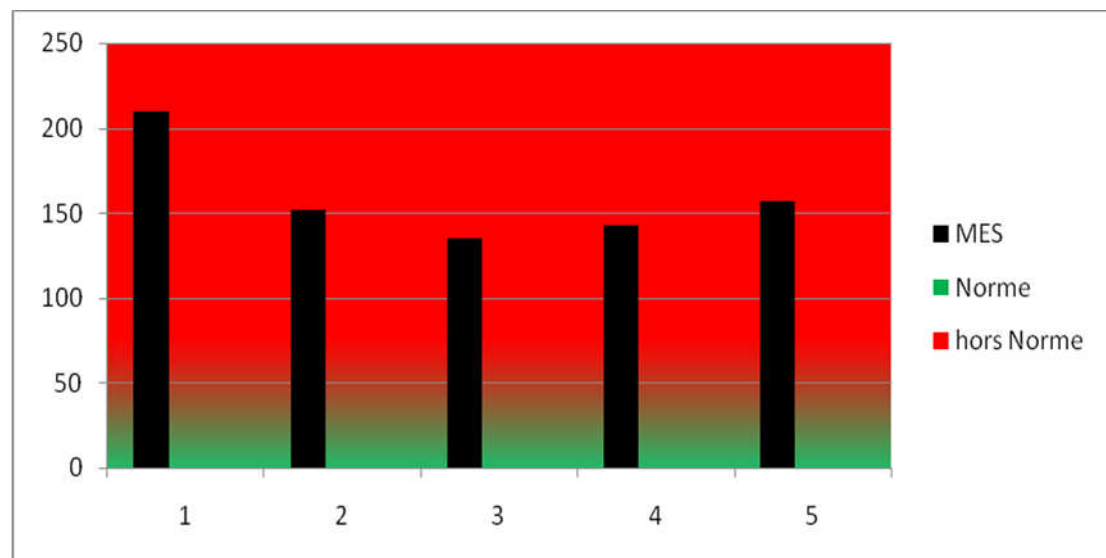
#### III.3.2. Suivi du Température



**Figure V.6 :** Variation de la température à la sortie de STEP

- les valeurs de température relevées de la STEP sont inférieures à 30°C, ce qui développe la population bactérienne qui est de type mésophile, et favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence.
- Il est à signaler que la température de sortie des effluents est égale à la température ambiante, celle-ci est variable selon les conditions climatiques. Le processus ne fait pas intervenir des équipements de chauffage fonctionnant à température élevée, d'une façon générale, ne dépasse pas les 30°C: norme de rejet.

### III.3.3. Matières en Suspension (MES)

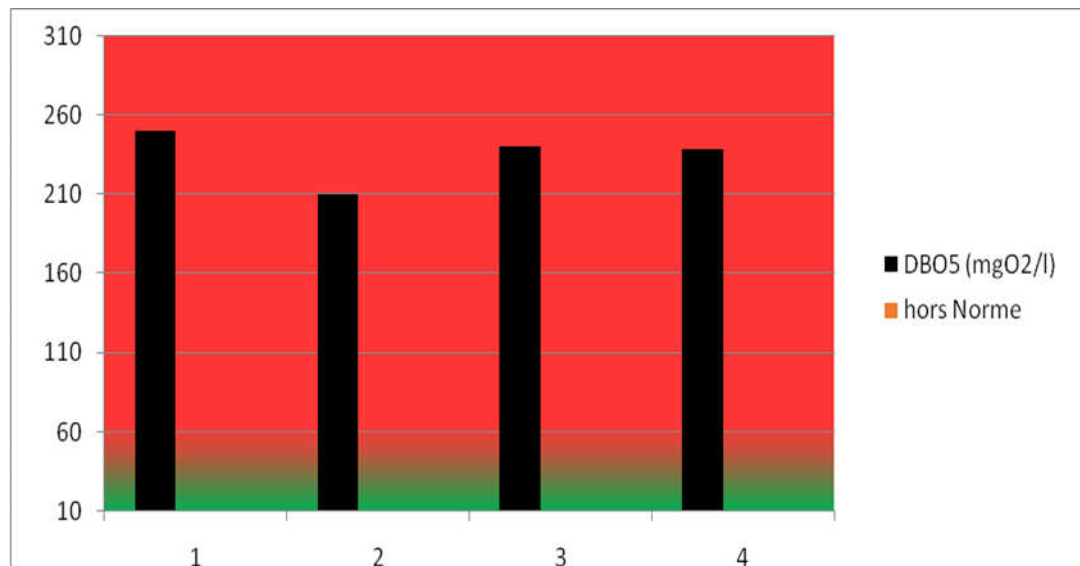


**Figure V.7 :** La variation du MES mg/l à la sortie de STEP.

- Dans l'eau usée, les matières en suspension (MES) sont organiques ou minérales, elles ne sont ni solubilisées ni colloïdales. Elle est en suspension et caractérise la turbidité de l'effluent.
- Les valeurs de la teneur des effluents en matière en suspension sont très élevées et dépassent largement la norme de rejet qui est de 35 mg /l.

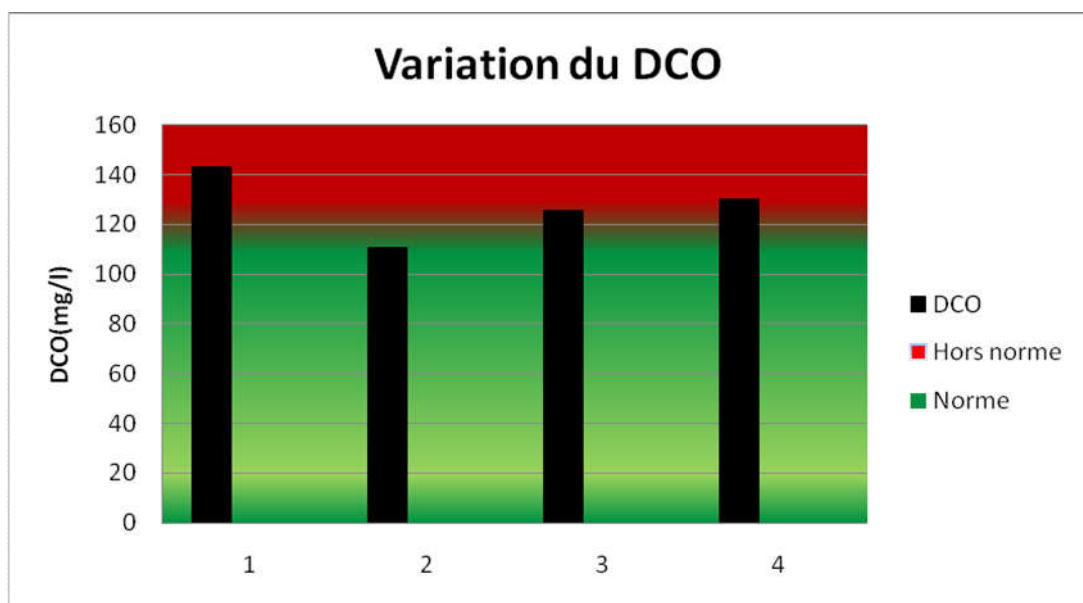
### III.3.4. Suivi du demande biologique d'oxygène DBO<sub>5</sub>

- La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) est définie comme la quantité d'oxygène consommée pour assurer la dégradation des matières organiques présentes dans l'eau par voie biologique. Elle est mesurée en 5 jours à 20°C.
- Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> mesurées sont très élevées et dépassent largement la norme de rejet, qui est de 35 mg/l.



**Figure V.8 :** La variation de DBO<sub>5</sub> en mg/l à la sortie de STEP

### III.3.5. La Demande Chimique En Oxygène (DCO)



**Figure V.9 :** La variation de DCO en mg/l à la sortie de STEP

- La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires déterminées. La mesure de la DCO est une estimation des matières oxydables quelque soit leur origine organique ou minérale.
- Les valeurs obtenus varient entre 110-147 mg/l cela veut dire qu'il existe une perturbation lors du fonctionnement de la STEP mais ces valeurs ne sont pas vraiment loin de la norme : 120mg/l.

- Une valeur de la DCO très élevée entraînera une consommation excessive en oxygène pour l'oxydation des matières oxydables, cela aura pour effet l'anoxie du milieu favorisant les fermentations toxiques.

#### **IV. Etude de solution et réhabilitation**

Dans l'éventualité d'une remise en état de marche de la STEP, il est nécessaire d'envisager certaines réfections et une extension des différents ouvrages.

##### **IV.1. Réfection**

Les différentes opérations envisagées sont les suivantes :

- Remplacement des vannes défectueuses ;
- Dégrilleur Manuel : Remplacer avec un mécanique et y ajouter un compacteur de déchets.
- Dessableur- Déshuileur : Consolider, nettoyer et modifier en cas ou.
- Bassin de relevage : Remplacer avec un en PVC et les pompes aussi
- Bassin d'aération : Garder le bassin mais remplacer l'aérateur de surface et l'évacuateur de Boues vers la nouvelle filière de traitement de Boues.
- Clarificateur : Garder le bassin mais remplacer l'évacuateur de Boues et la conduite de sortie en la redirigeant vers le bassin de désinfection.
- Séparateur Huile – Eau : Le remplacé avec le débourbeur – écrémeur vue son rendement plus élevé et l'augmentation des capacités vu la nouvelle extension du complexe.
- Le séparateur Thermique : L'enlevé du traitement cause de surconsommation d'électricité.
- Racleur de surface : L'enlevé du traitement vu sa petite capacité et son rendement médiocre.
- Flotteur : Le remplacé avec un autre qui convient mieux les nouvelles capacités.
- Bassin de désinfection : Le remplacé avec un fermé pour éviter les contaminations extérieur.

##### **IV.2. Dimensionnement de la station**

Une extension se produira à la suite de la réfection et permettra de partir de la capacité de l'existant pour dimensionner les ouvrages complémentaires. Ainsi, nous allons procéder par étape suivant les phases du traitement pour apporter les corrections nécessaires.

Nous proposons un dimensionnement adapté d'une station d'épuration, qui permet

d'atteindre les quatre marges qu'on a mis comme objectifs pour cette étude. Dans cette partie de chapitre nous sommes appelés à redimensionner les différents ouvrages constituant la station d'épuration du Complexe Carburants de Constantine avec les débits maximaux qu'on va estimer et aussi avec les charges polluantes arrivant à la STEP.

#### IV.2.1. Evaluation des débits

Selon les mesures effectuées à l'entrée de la station depuis 2008 par un dispositif installé et contrôlé par l'ANRH, dans le cadre de sa réhabilitation, la maximum journalière du débit été de  $180 \text{ m}^3/\text{j}$  [1], et dans le cadre de l'extension du stockage qui est estimée étant au double de l'existante alors le débit moyen journalier de prévision a été proposé de :

$$Q_{\text{moy}, j} = 360 \text{ m}^3/\text{j}$$

##### A. Débit moyen horaire

Comme il y a permanence de 12 heures [1], alors le débit moyen horaire est calculé par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy}, h} = Q_{\text{moy}, j} / 12 \text{ heures} \dots\dots\dots \text{V.1}$$

$$Q_{\text{moy}, h} = 360 / 12$$

$$Q_{\text{moy}, h} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### B. Débit de pointe en temps sec

Comme le réseau collectant les eaux résiduaires est ferme, autrement dit, les eaux qui arrivent à la station sont collectées que des bâtiments administratifs et des vestiaires, comme on l'a déjà précisé auparavant le réseau est séparatif, alors il n'y aura pas de dilution par les eaux de pluies, c'est pour cette raison le dimensionnement sera fait par le biais du débit de pointe en temps sec, et qui est calculé selon la relation suivante :

$$Q_{\text{pt}} = Q_{\text{moy}, j} * C_{\text{pt}} \dots\dots\dots \text{V.2}$$

$$\text{Avec : } C_{\text{p}} = 1.5 + \frac{2}{\sqrt{Q_n}} \quad \text{si } Q_{\text{moy}, j} > 2.81 \text{ l/s}$$

$$\text{Si non : } C_{\text{p}} = 3$$

$$\text{Dans notre cas : } Q_{\text{moy}} = 4.17 \text{ l/s}$$

$$\text{Donc on aura : } C_{\text{p}} = 2.72, \text{ alors : } Q_{\text{pt}} = 11.34 \text{ l/s}$$

**C. Débit diurne :**

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit :

$$Q_d = Q_{moy,j}/16 \dots\dots\dots V.4$$

$$Q_d = 360/16 \text{ ce qui donne : } Q_d = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

**IV.2.2. Evaluation des charges**

On utilisera les concentrations des charges qui ont été révélés par les analyses faites par le laboratoire du complexe :

**A. La charge moyenne journalière en DBO5 :**

$$DBO5 = C_{DBO5} (Kg/m^3). Q_{moy,j} (m^3/j) \dots\dots\dots V.5$$

Avec : - DBO5 : charge moyenne journalière en DBO5

- C<sub>DBO5</sub> : la concentration en DBO5 moyenne (Kg / m<sup>3</sup>).

- Q<sub>moy, j</sub> : débit moyen journalier en (m<sup>3</sup> / j).

Nous avons : C<sub>DBO5</sub>=250 mg /l.

$$DBO5 = 250. 10 - 6. 360000 = 90 \text{ kg/j.}$$

**B. La charge moyenne journalière en MES :**

$$MES = C_{MES} (Kg/m^3). Q_{moy,j} (m^3/j) \dots\dots\dots V.6$$

Avec : - MES: charge moyenne journalière en MES

- C<sub>MES</sub> : la concentration en MES moyenne (Kg / m<sup>3</sup>).

- Q<sub>moy, j</sub> : débit moyen journalier en (m<sup>3</sup> / j).

Nous avons : C<sub>MES</sub>= 500 mg /l.

$$MES = 500. 10 - 6. 360000 = 180 \text{ kg/j.}$$

**C. La charge moyenne journalière en DCO**

$$DCO = C_{DCO} (Kg/m^3). Q_{moy,j} (m^3/j) \dots\dots\dots V.7$$

Avec : - DCO : charge moyenne journalière en DCO

- C<sub>DCO</sub> : la concentration en DCO moyenne (Kg / m<sup>3</sup>).

- Q<sub>moy, j</sub> : débit moyen journalier en (m<sup>3</sup> / j).

Nous avons :  $C_{\text{DCO}} = 1420,8 \text{ mg/l}$ .

$\text{DCO} = 1420,8 \cdot 10 - 6 \cdot 360000 = 511,2 \text{ kg/j}$ .

**Tableau V.5 : Débits et Charges polluantes**

| Données de base               | Unité                 | Valeur |
|-------------------------------|-----------------------|--------|
| Débit journalier              | $\text{m}^3/\text{j}$ | 360    |
| Débit moyen horaire           | $\text{m}^3/\text{h}$ | 30     |
| Débits de pointe en temps sec | l/s                   | 11,34  |
| Débit diurne                  | $\text{m}^3/\text{h}$ | 22,5   |
| Charge en DBO <sub>5</sub>    | kg/j                  | 90     |
| Charge en MES                 | kg/j                  | 180    |
| Charge en DCO                 | kg/j                  | 511,2  |

#### IV.2.3. Les prétraitements

##### A. Dégrillage :

Pour le calcul des paramètres de la grille, on utilise la méthode de KIRSCHMER :

- Largeur de la grille

Cette valeur est calculée par l'expression :

$$B = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max} (1 - \beta) \sigma} \quad (m) \dots \dots \dots V. 8$$

Avec :

- B : largeur de la grille
- $h_{\max}$  hauteur maximale admissible sur une grille.
- $\beta$  : fraction de la surface occupée par les grilles, avec  $\beta =$
- On a pour : \* Les grilles grossières :  $d = 2 \text{ cm}$  ,  $e = 5 \text{ à } 10 \text{ cm}$ .  
\* Les grilles fines :  $d = 1 \text{ cm}$        $e = 0.3 \text{ à } 1 \text{ cm}$ .

- Tel que :      - d : épaisseur des barreaux (cm)
- e : espacement des barreaux.
- S : surface de passage de l'effluent, avec :  $S = \frac{Q_p}{V} \dots \dots V$
- Qp : débit le point de temps de pluie (m<sup>3</sup>/s).
- V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s), avec V= 0.6-1.40 au débit de pointe.
- : coefficient de colmatage des grilles (0 pour un dégrillage automatique et 0.25 pour le manuel)

En remplaçant par sa formule l'expression devient comme suit :

$$B = \frac{Q_p \cdot \sin \alpha}{V \cdot h_{max} (1 - \beta) \cdot \sigma} \dots \dots V. 11$$

Pour des raisons de maintenance, des grilles fines sont à prendre en considération afin d'éviter le colmatage des pompes de relèvement donc, on va prendre :

$$e = 0.5 \text{ et } d = 1 \text{ cm ce qui donne } \beta = 0.67$$

$$B = 0.119 \text{ m}$$

- La longueur :

Comme on a pris la hauteur maximale admissible de 0.5m, alors on obtiendra :

$$\sin \alpha = h/L \quad \text{alors : } L = h/\sin 60 \quad L = 0.6 \text{ m}$$

On y ajoute 2m en cas de débordement, donc on trouve : L= 1.6 m.

- Calcul des pertes de charges :

Pour le calcul du dégrilleur Krischmer a établi une formule donnant la perte de charge dans une grille en fonction du coefficient de forme des barreaux et l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal, l'expression des pertes de charges est donnée comme suit :

$$\Delta H = \beta (d/e)^{\frac{4}{3}} \frac{V^2}{2g} \sin \alpha \dots \dots V. 12$$

Avec :

- $\Delta H$  : perte de charge(m).
- $\beta$  : coefficient dépendant de la forme des barreaux, tel que :  $\beta = 1,79$  (Barreaux de section circulaire).
- $d$  : espacement entre les barreaux (cm).
- $g$  : accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).
- $\alpha$  : angle d'inclinaison de la grille.
- $e$  : épaisseur des barreaux.

On obtient :

$$\Delta H = 0.2m.$$

### B. Dessableur-déshuileur :

- Volume du bassin :

$$V = Q_p * T_s \dots \dots V.13$$

$V$  : volume du bassin.

$T_s$  : temps de sejours, on le prend  $T_s = 4$  min

$Q_p$  : debit de pointe (m<sup>3</sup>/h).

$$V = 11.34 * 10^{-3} * 3600 * 4 / 60$$

$$V = 2.86m^3$$

- Surface horizontale du bassin :

$$S_h = \frac{V}{H} \dots \dots V.15$$

Avec  $H$  : hauteur du dessableur, on prend :  $H = 1.5m$ .

$$= 2m$$

- Largeur du bassin :

$$\text{On a : } L = 2 * l \dots \dots V$$

Et  $S_h = L * l \dots\dots\dots 1$

Alors, on obtient :  $S_h = 2l * l \Rightarrow l = \sqrt{\frac{S_h}{2}}$

$$l = 1 \text{ m}$$

- Longueur du bassin :

On a :  $L = 2$

Donc, on aura :  $L =$

- Quantité de matière éliminée par le dessableur :

Le but du dessableur principal est d'éliminer 70% des MES, donc :

$$MES_{\text{éliminée}} = 0.7 * 500 \Rightarrow MES_{\text{éliminée}} = \frac{350 \text{ mg}}{l} \dots\dots\dots V.17$$

D'où :  $MES_{\text{résistante}} = 150 \text{ mg}$

**Tableau V.6 : Caractéristiques du dessableur-déshuileur**

| Désignation            | Unité          | Valeurs |
|------------------------|----------------|---------|
| Volume                 | m <sup>3</sup> | 2,86    |
| surface horizontale    | m <sup>2</sup> | 2       |
| Longueur               | M              | 2       |
| Largeur                | M              | 1       |
| Charge de MES éliminée | Kg/j           | 126     |
| Charge de MES restante | Kg/j           | 54      |

### C. Décanteur Primaire :

En prenant un décanteur rectangulaire, qui est le plus adapté à notre station (vue la surprofondeur du collecteur d'arrivée, tel que les bassins de prétraitement seront tous semi-enterrés), pour des fins d'entretien le fond du décanteur sera incliné de 2% minimum.

- Volume :

$$V = Q_{pts} * T_s \dots\dots V.18$$

Avec : V : le volume du bassin.

$T_s$  : temps de séjours, on le prend égale à : 1.5 h

$Q_p$  : débit de pointe ( $m^3/h$ )

$$V = 11.34 * 10^{-3} * 3600 * \dots\dots V.19$$

$$V = 61.25$$

- Surface horizontale du décanteur :

$$S_h = \frac{Q_{pts}}{V_{lim}} = \frac{40.92}{2} \dots\dots V$$

Avec :  $V_{lim} = 2m/h$

$$S_h = 20.41 m^2$$

- Largeur de décanteur :

Sachant que :  $L = 2.1$  et que  $S_h = L.l$

Donc, on aura :  $l = \Rightarrow l = 3.5 m$

- Longueur du bassin :  $L = 2.1 \Rightarrow L = 2.1$
- Temps de séjours pour débit moyen horaire :

$$T_s \frac{V}{Q_{moy}} \Rightarrow T_s = 4h$$

- Quantité des boues éliminée :

Son nom indique que 60% a peut pré des MES sont éliminés, mais aussi 35% de la DBO<sub>5</sub>, d'où :

$$MES_{rés} = MES_{entré} - MES_{éliminée} \Rightarrow MES_{rés} = 45 mg/l$$

$$DBO_{5\text{ rest}} = DBO_{5\text{ entré}} - DBO_{5\text{ éliminé}} \Rightarrow DBO_{5\text{ rest}} = 162.5 mg/l$$

**Tableau V.7 : Caractéristiques du décanteur primaire**

| Désignation             | Unité          | Valeurs |
|-------------------------|----------------|---------|
| Volume                  | m <sup>3</sup> | 61,24   |
| Surface horizontale     | m <sup>2</sup> | 20,41   |
| Longueur                | M              | 7       |
| Largeur                 | M              | 3,5     |
| Temps de séjours        | Heures         | 4       |
| Charge de DBO5 éliminée | Kg/j           | 31,5    |
| Charge de DBO5 restante | Kg/j           | 58,5    |
| Charge de MES éliminée  | Kg/j           | 37,8    |
| Charge de MES restante  | Kg/j           | 16,2    |

#### IV.2.4. Traitement biologique

##### A. Calcul des dimensions du bassin

En prenant compte de l'installation existante, le traitement est de type à boues activées à aération prolongée, donc les caractéristiques du bassin seront tel que :

$$0,05 \leq C_m < 0,1 \quad \text{et} \quad C_v < 0,4 \quad [25]$$

La charge massique  $C_m$  donne une approximation du rapport entre la quantité journalière de pollution à éliminer et la masse de bactéries épuratrices mises en œuvre.

La pollution est mesurée en DBO5 (Kg/j), et la quantité de bactéries est assimilée par certains auteurs à la quantité des MVS et par d'autres à la quantité des MES. Il serait donc prudent de vérifier à la fois la définition des symboles utilisés et les unités dans lesquelles sont exprimés les facteurs ainsi mis en relation.

$$C_m = \frac{L_0}{X_a} \dots V.20$$

Lorsque quotidiennement, un certain poids de matières organiques exprimés en DBO5 (Kg/j) doit être transformé dans le bassin aérobie de volume  $V$  (m<sup>3</sup>), on définit la charge volumique comme étant le rapport de la pollution apportée par unité de volume de bassin.

$$C_v = L_0 \text{ DBO5 (Kg/j) / volume du bassin (m}^3\text{)} \dots\dots\dots V.21$$

$$\text{Il vient : } C_v / C_m = \text{concentration des MVS dans le bassin.}^{[25]} \dots\dots\dots V.22$$

De ce fait, le calcul de dimensionnement se fera sur la base des valeurs suivantes :

$$C_v = 0,3 \text{ Kg/j.m}^3 \quad \text{et} \quad C_m = 0,08 \text{ Kg DBO5/ Kg MVS.j}$$

$$\text{Avec : } L_0 = 58,5 \text{ Kg DBO5 /j}$$

$$\text{Ce qui donne : } X_a = 58,5/0,08 = 731,25 \text{ Kg MVS}$$

- Volume du bassin :

$$V_a = L_0 / C_v \dots\dots\dots V.23$$

$$\text{Avec : } C_v: \text{ Charge volumique (kg DBO/m}^3\text{.j)}$$

$$L_0: \text{ charge polluante (kg DBO/j)}$$

$$\text{Donc : } V_a = 58,5 / 0,3 = 300 \text{ m}^3$$

$$\text{On a } V_a = 195 \text{ m}^3$$

- Hauteur du bassin :

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend :  $H = 3 \text{ m}$ .

- Surface Horizontale du bassin :

$$S_h = V_a / H = 195 / 3 \dots\dots\dots V.24$$

$$S_h = 65 \text{ m}^2$$

- Concentration des boues dans le bassin :

$$[X_a] = X_a/V_a = 731,25 / 195 \dots\dots\dots V.25$$

$$[X_a] = 3,75 \text{ Kg MVS/m}^3$$

- Calcul du temps de séjour :

De façon générale, c'est le temps de séjour hydraulique de l'eau dans un bassin (dessableur, décanteur primaire, bassin d'aération, clarificateur, ...) permettant le déroulement des phases de traitement souhaitées :

- sédimentation, tassement, séparation (pour les dessableurs et décanteurs),

- Mise en contact, adsorption, assimilation, respiration, ... (pour le bassin d'aération).

Il dépend de deux facteurs :

- Le volume du bassin V considéré (m<sup>3</sup>),
- Le débit de l'effluent transitant Q (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>)

✓ Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{moy.h}}} = \frac{195}{30} = 6.5 \text{ h}$$

✓ Pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{195}{22,5} = 4.78 \text{ h}$$

✓ Pour le débit diurne :

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{moy.h}}} = \frac{195}{22,5} = 8,67 \text{ h}$$

- Qualité de l'effluent :

On détermine la DBO5 résiduelle Lf :

$$L_f = \frac{L_0}{(1 + K \cdot X_a \cdot ts)} \dots \dots V.25$$

On peut ainsi déduire la quantité de pollution éliminé « Le » :

$$L_e = L_0 - L_f \dots \dots V.26$$

Donc, on aura a calculé :  $K = 1,1 \cdot C_m^{0.425} = 1.38 \dots \dots V.27$

Alors, on obtient :  $L_f = \frac{162.5}{1+0.38.731.25.6.5} = 0.09m_l$

- Rendement épuratoire :

Afin de calculé le rendement épuratoire, on doit connaitre la quantité de DBO5 restante, de ce fait :

$$L_f = 0,09 \cdot 10^{-3} \cdot 360 = 0,03 \text{ Kg/j}$$

$$L_e = L_0 - L_f = 58,5 - 0,03 = 58,47 \text{ Kg/j}$$

Donc le rendement d'élimination est de :

$$\eta_{ep} = (L_0 - L_f) / L_0 = 58,47 / 58,5 = 99,95\% \dots\dots\dots V.28$$

- ✓ **Note:** Les installations d'épuration biologiques fonctionnent généralement en présence d'oxygène, notant toutefois que la vitesse de dégradation dépend de la qualité d'oxygène nécessaire pour la synthèse cellulaire et la respiration endogène, cela permet de réaliser un bon contact entre l'air et l'eau, la vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau dépend de : la température, l'altitude, le débit, la concentration de la pollution et la géométrie du bassin.

- **Choix de système d'aération** <sup>[21]</sup>

On opte pour les aérateurs de surface, qui sont de plus en plus utilisés, particulièrement dans le traitement des eaux industrielles pour les avantages qu'il présente :

- la simplicité de l'installation et d'utilisation
- leur rendement énergétique
- leur possibilité de brassage

On peut distinguer trois types d'aérateurs de surface :

- aérateur à basse vitesse et à flux axial.
- aérateur à vitesse élevée et à flux radial.
- aérateur à brosse.

On choisira l'aérateur à vitesse élevée et à flux axial qui est le plus répandu. Cet aérateur est flotteur, composé d'un moteur et un mobile, il comporte essentiellement :

- un moteur non submersible.
- un tube d'aspiration.
- des flotteurs en acier inoxydable ou en fibres de verre.

#### IV.2.5. Bilan de boues

##### A. Calcul de la quantité des boues en excès

La quantité de boues en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - bX_a - X_{eff} \dots\dots\dots V.29$$

Avec : -  $X_{\min}$  : Boues minérales

- $X_{\text{dur}}$  : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 de MVS.
- $a_m$  : Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g  $DBO_5$  éliminée), c'est égale en pratique à 0,55.
- $L_e$  : Qualité de  $DBO_5$  éliminée (kg/j)
- $b$  : Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène.

$$b = \frac{b'}{1,42} \dots \dots \dots V. 30$$

- $b'$  : Coefficient cinétique de respiration endogène = 0,07.

$$b = \frac{0,07}{1,42} = 0,04$$

- $X_a$  : Masse totale de MVS dans le bassin(Kg)
- $X_{\text{eff}}$  : Fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30mg/l)
- La charge journalière en MES est 16,2 Kg/j

$$X_{\min} = 0,3 \times 16,2 = 4,86 \text{ Kg / j}$$

$$X_{\text{dur}} = 0,3 \times (0,7 \times 16,2) = 3,4 \text{ Kg / j}$$

$$a_m L_e = 0,55 \times 58,47 = 32,15 \text{ Kg / j}$$

$$b X_a = 0,04 \times 731,25 = 29,25 \text{ Kg / j}$$

$$\text{Alors : } \Delta X = 4,86 + 3,4 + 32,15 - 29,25 - 0,49$$

$$\Delta X = 10,67 \text{ kg/j}$$

## B. Concentration de boues en excès

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots \dots \dots V. 31$$

Avec :  $X_m$ : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman Indique la bonne dilatabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette: (100-150).

Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend:  $I_m = 125$ , d'où :  $X_m = 9,6 \text{ kg/l}$

### C. Débit de boues en excès :

Ce débit est donné par :  $Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta X}{X_m} \Rightarrow \frac{10,67}{9,6} = 1,11 \text{ m}$

### D. Débit spécifique :

$$q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} \Rightarrow \frac{10,67}{195} = 0,05 \text{ kg /m}^3 \cdot \text{j}$$

### E. Age des boues :

L'âge des boues représente le temps de séjour des boues dans les ouvrages de traitement biologique. Celui-ci est bien évidemment beaucoup plus long que le temps de séjour de l'eau à traiter, du fait de la recirculation répétitive des boues décantées vers le bassin d'aération.

L'âge des boues détermine de nombreux aspects du traitement, tels que :

- taille et densité du floc biologique,
- degré de minéralisation de la boue biologique, présence de bactéries nitrifiantes
- présence de bactéries nitrifiantes,

Associé à la température, l'âge des boues constitue le paramètre fondamental de dimensionnement des stations d'épuration devant éliminer l'azote par nitrification.

L'âge des boues dépend de deux facteurs :

- la quantité  $S_t$  des boues, exprimée en kg MS, présentes dans le biologique,
- la quantité moyenne des boues en excès  $E$ , évacuées hors du procédé biologique, exprimée en kg Ms/j.

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \Rightarrow \frac{731,25}{10,67} = 68,53 \text{ jours} \dots \dots \dots V.32$$

Dimensionnement du clarificateur :

Les boues déposées dans le clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation)

L'efficacité d'un décanteur est fonction de sa forme. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les ouvrages circulaires à fond fortement incliné ( $50^\circ$  au moins sur l'horizontal).

Alors, on opte pour un décanteur circulaire à fond incliné, muni d'un pont racleur de fond et de surface, conduisant les boues dans les fosses d'où elles sont reprises pour le recyclage et l'extraction de la fraction en excès.

- La vitesse ascensionnelle est de l'ordre de :  $V_a = 2,5 \text{ m/h}$
- Le débit de dimensionnement est celui de pointe :  $Q_p = 40,82 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**g. Surface horizontale du décanteur**

$$Sh = Q_p / V_{lim} = 40,82 / 2,5 \dots\dots\dots V.33$$

$$Sh = 16,33 \text{ m}^2$$

**h. Volume du décanteur**

Si, on choisit une hauteur en général entre 3 et 5 mètres  $H = 4 \text{ m}$ .

$$V = Sh \cdot H = 16,33 \cdot 4 \dots\dots\dots V.34$$

$$V = 65,32 \text{ m}^3$$

**a. Diamètre du décanteur**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 65,32}{4 \cdot \pi}} = 4,55 \text{ m} \dots\dots\dots V.35$$

**b. Temps de séjour**

$$T_s = V / Q_{pt} = 65,32 / 40,82 \dots\dots\dots V.36$$

$$T_s = 1,6 \text{ h}$$

**Tableau V.8 : Caractéristiques du clarificateur**

| Désignation         | Unité          | Valeurs |
|---------------------|----------------|---------|
| Volume              | m <sup>3</sup> | 65,32   |
| surface horizontale | m <sup>2</sup> | 16,33   |
| Diamètre            | M              | 5       |
| Ts                  | H              | 1,6     |

**Tableau V.9 : Caractéristiques du bassin du traitement biologique**

|                                        | Désignation      | Unités                   | Valeurs |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|---------|
| <b>Dimensions du Bassin D'Aération</b> | Charge Volumique | Kg DBO5/j.m <sup>3</sup> | 0,3     |
|                                        | Charge Massique  | Kg DBO5/Kg MVS.j         | 0,08    |
|                                        | L0               | Kg DBO5/j                | 58,5    |
|                                        | Xa               | Kg MVS                   | 731,25  |
|                                        | V                | m <sup>3</sup>           | 195     |
|                                        | H                | M                        | 3       |
|                                        | D                | M                        | 9       |
|                                        | Sh               | m <sup>2</sup>           | 65      |
|                                        | [Xa]             | Kg MVS/m <sup>3</sup>    | 3,75    |
|                                        | Ts               | Heures                   | 6,5     |
|                                        | Lf               | mg/l                     | 0,09    |
|                                        | Le               | mg/l                     | 58,47   |
|                                        | η                | %                        | 99,95   |
|                                        | ΔX               | Kg/j                     | 10,67   |
| <b>Bilan des Boues</b>                 | Xm               | Kg/m <sup>3</sup>        | 9,6     |
|                                        | Qexe             | m <sup>3</sup> /j        | 1,11    |
|                                        | Qsp              | Kg/m <sup>3</sup> .j     | 0,05    |
|                                        | R                | %                        | 64,1    |
|                                        | Qr               | m <sup>3</sup> /j        | 230,4   |
|                                        | Ab               | Mois, Jours              | 2,8     |

#### IV.2.6. Traitement des Eaux polluées par les Hydrocarbures

##### A. Détermination des débits

Dans le cadre de la gestion des déchets dangereux du complexe <sup>[1]</sup>, le service du HSE responsable des PV mensuels accorder aux services de l'environnement de la wilaya, afin de spécifier la quantité de déchet rejet dans la nature et payés un montant de mandat, un débitmètre installé par les services de l'ANRH a été installée à l'entrée de la station, donc à la sortie du collecteur principale amenant les pluies polluées par les hydrocarbure, des différents points de collectent déjà énumérés, tel que cette opération a été établie depuis 2008, et donc le débit de pointe à été calculé de sorte à prendre le maximum des maximas, qui est un cas exceptionnel ou un des bacs de stockages a débordé faute de la non synchronisation entre le poste de surveillance téléguidé et la réalité qui tel que :

$$Q_{ptj} = 576 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{Débit de pointe horaire} \quad Q_{pth} = Q_{ptj}/24 \quad Q_{pt h} = 24 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### B. Calcul des charges :

On utilisera les concentrations des charges qui ont été révélés par les analyses faites par le laboratoire du complexe :

- **Charge moyenne journalière en DBO5**

$$DBO5 = CDBO5 (\text{Kg}/\text{m}^3) \cdot Q_{moy,j} (\text{m}^3/\text{j}) \dots\dots\dots \text{V.37}$$

Avec :

- DBO5 : charge moyenne journalière en DBO5
- CDBO5 : la concentration en DBO5 moyenne ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ ).
- $Q_{moy,j}$  : débit moyen journalier en ( $\text{m}^3 / \text{j}$ ).

Nous avons :  $CDBO5 = 80 \text{ mg / l.}$

$$DBO5 = 80. 10^{-6}. 576000 = 46,08 \text{ kg/j.}$$

- **Charge moyenne journalière en MES**

$$MES = CMES (\text{Kg}/\text{m}^3) \cdot Q_{moy,j} (\text{m}^3/\text{j}) \dots\dots\dots \text{V.38}$$

Avec : - MES: charge moyenne journalière en MES

- CMES : la concentration en MES moyenne ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ ).
- $Q_{\text{moy}, j}$  : débit moyen journalier en ( $\text{m}^3 / \text{j}$ ).

Nous avons :  $\text{CMES} = 150 \text{ mg / l}$ .

$$\text{MES} = 150. 10^{-6}. 576000 = 86,4 \text{ kg/j}$$

- **Charge moyenne journalière en Hydrocarbures**

$$\text{Hyd} = \text{CHyd} (\text{Kg/m}^3). Q_{\text{moy}, j} (\text{m}^3/\text{j}) \dots\dots \text{V.39}$$

Avec : - Hyd : charge moyenne journalière en DCO

- $\text{CHyd}$  : la concentration en DCO moyenne ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ ).
- $Q_{\text{moy}, j}$  : débit moyen journalier en ( $\text{m}^3 / \text{j}$ ).

Nous avons :  $\text{CHyd} = 1000 \text{ mg / l}$ .

$$H_{yd} = 1000. 10^{-6}. 576000 = 576 \text{ kg/j}$$

**Tableau V.10 : Débits et Charges polluantes**

| Données de base                   | Unité                 | Valeur |
|-----------------------------------|-----------------------|--------|
| Débit journalier                  | $\text{m}^3/\text{j}$ | 576    |
| Débit moyen horaire               | $\text{m}^3/\text{h}$ | 24     |
| Débit de pointe en temps sec      | l/s                   | 16,47  |
| Débit de pointe en temps de pluie | l/s                   | 20,01  |
| Charge en DBO5                    | kg/j                  | 46,08  |
| Charge en MES                     | kg/j                  | 86,4   |
| Charge en Hydrocarbures           | kg/j                  | 576    |

### C. Débourbeur/Ecrémeur

Le dimensionnement du débourbeur/ Ecrémeur se fera de la même façon que celui du Dessableur/Déshuileur, la seule différence que la séparation sera accéléré par l'injection de floculant/émulsionnant afin de rassembler les huiles et les hydrocarbures en une seule couche homogène, après un temps de séjour, les huiles seront séparer des eaux par écrémage, autrement dit par pompage surfacique de la couche formée, un détecteur de niveau sera placé et activé a une hauteur bien déterminée même, qui déclenchera les pompes écrémeuses.

Pour un déshuileur de forme rectangulaire classique traitant des eaux de ruissellement, les vitesses ascensionnelles généralement adoptées sont comprises entre 5 et 10 m/h (Ruperd, 1984). Cette vitesse peut être nettement supérieure (40m/h) lorsque des plots ou des lamelles sont associés au déshuileur<sup>[17]</sup>.

- **Surface Horizontale du bassin**

Afin de garantir une décantation maximale des particules et une séparation huile-eau maximale on prend une vitesse sédimentation égale à 1 m/h.

$$Q_{ptp} = Sh \cdot v \dots\dots\dots V.40$$

Avec : V : La vitesse d'ascension

$Q_p$  : Débit de pointe ( $m^3/h$ )

$$Sh = 72/l \quad Sh = 72 m^2$$

- **Volume du bassin**

$$V = Sh.H \dots\dots\dots V.73$$

Avec: H: hauteur du dessableur, on prend : H = 4 m.

$$V = 288 m^3$$

- **Largeur du bassin**

Etant donné que :  $Sh = L.l$  et  $L = 2.l \Rightarrow L = 12 m$

- **Temps de séjour**

Sachant que :  $Q_{ptp} = V \cdot t_s \dots\dots\dots$

$$t_s = 15 \text{ min}$$

• **Calcul de la quantité de matière éliminée**

Dans le débourbeur/écrémeur 80% des MES et 80% en moyenne pour les hydrocarbures sont éliminées, d'où sont but principal :

$$\text{MES}_{\text{éliminée}} = 0,8 \cdot 150 \Rightarrow \text{MES}_{\text{éliminée}} = 120 \text{ mg/l}$$

$$\text{MES}_{\text{rest}} = \text{MES}_{\text{entré}} - \text{MES}_{\text{éliminée}} \Rightarrow \text{MES}_{\text{rest}} = 30 \text{ mg/l}$$

$$\text{Hyd}_{\text{éliminée}} = 0,8 \cdot 1000 \Rightarrow \text{Hyd}_{\text{éliminée}} = 800 \text{ mg/l}$$

$$\text{Hyd}_{\text{rest}} = \text{Hyd}_{\text{entré}} - \text{Hyd}_{\text{éliminée}} \Rightarrow \text{Hyd}_{\text{rest}} = 200 \text{ mg/l}$$

**Tableau V.11:** Débits et Charges polluantes

| Désignation                     | Unité          | Valeurs |
|---------------------------------|----------------|---------|
| Volume                          | m <sup>3</sup> | 28      |
| surface horizontale             | m <sup>2</sup> | 72      |
| Longueur                        | M              | 12      |
| Largeur                         | M              | 6       |
| Charge de MES éliminée          | Kg/j           | 69,     |
| Charge de MES restante          | Kg/j           | 17,     |
| Charge d'Hydrocarbures éliminée | Kg/j           | 46      |
| Charge d'Hydrocarbures restante | Kg/j           | 11      |

**D. Racleur de Surface (lamellaire)/Filet de Filtre**

Selon la théorie de base, le dimensionnement d'un séparateur peut être calculé en fonction des trois paramètres suivants :

- La vitesse ascensionnelle des gouttelettes d'huile (Vt) en cm/s;
- La surface horizontale minimale du séparateur (Ah) en m<sup>2</sup>;
- La surface latérale minimale du séparateur (Ac) en m<sup>2</sup>.

- **Vitesse ascensionnelle  $V_t$**

La vitesse ascensionnelle  $V_t$  se calcule selon la loi de Stokes :

$$V_t = 0,0123 \frac{\rho_{eau} - \rho_{huile}}{\mu}$$

= vitesse Ascensionnelle (cm/s)

$\rho$ = densité (g/cm<sup>3</sup>)

$\mu$ = viscosité absolue de l'eau

Donc, en prenant la moyenne des densités, on prendra une densité d'huile égale à 0,8 et une viscosité d'eau dans une température de 20 C° :

$$V_t = 0,0123 \cdot \frac{1 - 0,8}{0,01}$$

$$V_t = 0,246 \text{ cm/s.}$$

- **Surface horizontale**

$$S_h = \frac{Q_{ptp} \cdot 100}{V_t}$$

$V_t$  : vitesse Ascensionnelle (cm/s)

$Q_{ptp}$ : débit de pointe en temps de pluie (m<sup>3</sup>/s)

- **Calcul des quantités éliminées**

Comme étant un filtre spécialisé dans l'élimination des hydrocarbures sont rendement est entre 95 et 99%, on prend la moyenne :

$$\text{Hyd}_{\text{éliminée}} = 0,97 \cdot 200 \Rightarrow \text{Hyd}_{\text{éliminée}} = 194 \text{ mg/l}$$

$$\text{Hyd}_{\text{rest}} = 200 - 194 \Rightarrow \text{Hyd}_{\text{rest}} = 6 \text{ mg/l}$$

et

$$\text{MES}_{\text{éliminée}} = 0,97 \cdot 30 \Rightarrow \text{MES}_{\text{éliminée}} = 29,1 \text{ mg/l}$$

$$\text{MES}_{\text{rest}} = 30 - 29,1 \Rightarrow \text{MES}_{\text{rest}} = 0,9 \text{ mg/l}$$

**Tableau V.12** : Caractéristiques du Séparateur Eau-Huile lamellaire coalescent

| Désignation                    | Unité          | Valeurs |
|--------------------------------|----------------|---------|
| Volume                         | m <sup>3</sup> | 25      |
| Surface Verticale              | m <sup>2</sup> | 1,5     |
| Surface Horizontale            | m <sup>2</sup> | 11,5    |
| Longueur                       | M              | 5       |
| Largeur                        | M              | 2,5     |
| Charge d'Hydrocarbure éliminée | Kg/j           | 111,74  |
| Charge d'Hydrocarbure restante | Kg/j           | 3,46    |
| Charge de MES éliminée         | Kg/j           | 16,76   |
| Charge de MES restante         | Kg/j           | 0,52    |

**E. Flottateur**

Les dimensions du flottateur seront déterminées selon le débit entrant, donc selon le tableau V.10. Donc comme on a un débit de point de :  $Q_{pt\ p} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$ , ce qui induit à prendre le type de flotateur T80.

Etant dit que le rendement du flotateur est supérieur 90%<sup>[17]</sup>, alors on prendra la moyenne qui est de 95%, ce qui nous donnera un effluent à la sortie du traitement avec les valeurs suivantes :

$$\text{MES}_{\text{éliminée}} = 0,95 \cdot 45 \Rightarrow \text{MES}_{\text{éliminée}} = 42,75 \text{ mg/l}$$

$$\text{MES}_{\text{rest}} = 45 - 42,75 \Rightarrow \text{MES}_{\text{rest}} = 2,25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Hyd}_{\text{éliminée}} = 0,95 \cdot 8 \Rightarrow \text{Hyd}_{\text{éliminée}} = 7,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{Hyd}_{\text{rest}} = 8 - 7,6 \Rightarrow \text{Hyd}_{\text{rest}} = 0,4 \text{ mg/l}$$

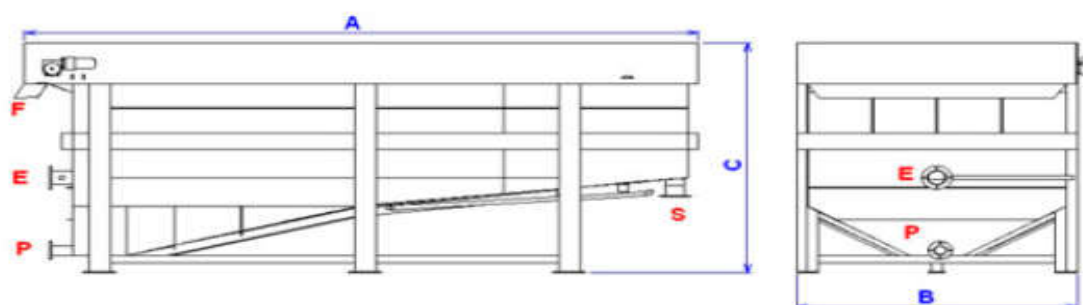
$$\text{DBO5}_{\text{éliminée}} = 0,95 \cdot 80 \Rightarrow \text{DBO5}_{\text{éliminée}} = 76 \text{ mg/l}$$

$$\text{DBO5}_{\text{rest}} = 80 - 76 \Rightarrow \text{DBO5}_{\text{rest}} = 4 \text{ mg/l}$$

Dans le tableau suivant, on choisira le flottateur qui correspond à nos besoins pour la nouvelle installation :

**Tableau V.13 : Capacités et Dimensions**

| TYPE                    | T2               | T7   | T10  | T15  | T20  | T30  | T40  | T50   | T60  | T70   | T80   | T100  |
|-------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| Capacité nom. maxi m3/h | 2                | 7    | 10   | 15   | 20   | 30   | 40   | 50    | 60   | 70    | 80    | 100   |
| Surface utile m2        | 1                | 1.75 | 2.5  | 3.75 | 5.4  | 7.56 | 10.1 | 12.5  | 15   | 17.5  | 20    | 25    |
| Volume utile m3         | 1.1              | 1.92 | 3.12 | 4.7  | 7.3  | 10.2 | 16.1 | 16.3  | 19.5 | 22.8  | 26    | 32    |
| Temps de séjour mn      | 33               | 16.5 | 18.7 | 18.8 | 21.9 | 20.4 | 24.2 | 19.56 | 19.5 | 19.65 | 19.55 | 19.5  |
| Entrée effluent E DN    | 65               | 65   | 80   | 80   | 80   | 100  | 100  | 100   | 150  | 150   | 150   | 200   |
| Sortie effluent S DN    | 100              | 100  | 100  | 100  | 125  | 125  | 150  | 150   | 200  | 200   | 200   | 250   |
| Sortie flottants F      | Goulotte ou tube |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |
| Vidange-purge P DN      | 80               | 80   | 80   | 80   | 80   | 80   | 80   | 80    | 80   | 80    | 80    | 80    |
| Longueur A mm           | 2030             | 2520 | 2770 | 3770 | 3830 | 5030 | 5150 | 6210  | 7300 | 8370  | 9480  | 11480 |
| Largeur B mm            | 1200             | 1200 | 1450 | 1450 | 2000 | 2000 | 2600 | 2600  | 2600 | 2600  | 2600  | 2600  |
| Hauteur C mm            | 1950             | 1950 | 2300 | 2300 | 2500 | 2500 | 2800 | 2800  | 2800 | 2800  | 2800  | 2800  |



**Source :** Site officiel de la marque SERINOL

**Tableau V.14 : Caractéristiques du Flottateur**

| Désignation                    | Unité          | Valeurs |
|--------------------------------|----------------|---------|
| Volume                         | m <sup>3</sup> | 26      |
| Surface                        | m <sup>2</sup> | 20      |
| Hauteur                        | M              | 2,8     |
| Longueur                       | M              | 9,48    |
| Largeur                        | M              | 2,6     |
| Charge en DBO5 restante        | Kg/j           | 2,3     |
| Charge d'Hydrocarbure restante | Kg/j           | 0,23    |
| Charge de MES restante         | Kg/j           | 1,3     |

#### IV.2.7. Traitement Tertiaire des Filières de Traitement

##### A. La désinfection<sup>[12]</sup>

La désinfection des eaux usées est un traitement d'élimination durable des agents pathogènes, bactéries et virus, elle peut se pratiquer au chlore ( $\text{NaClO}$ ), à l'ozone. Le choix entre les deux types de désinfections est habituellement en défaveur de l'ozone, à cause du coût d'investissement et de maintenance.

Généralement la meilleure désinfection que l'on rencontre est l'eau de javel car ce dernier coûte moins cher. La dose du chlore nécessaire dans les conditions normales pour un effluent traité est de 5 à 10 mg/l pour un temps de contact de 30 minutes. On utilise une dose de 10 mg/l pendant un temps de contact de 20 mn.

- **Dose journalière**

$$D_j = Q_{\text{moy}} \times [\text{Cl}_2] = (360+576) \times 0,01 \dots\dots\dots \text{V.41}$$

$$D_j = 9,36 \text{ Kg/j}$$

- **Calcul de la quantité de javel pouvant remplacer la quantité du chlore**

On prend une solution d'hypochlorite à 20° :

$$1^\circ \text{ de chlorométrie} \rightarrow 3,17 \text{ g de } \text{Cl}_2 / \text{NaClO}$$

$$20^\circ \text{ de chlorométrie} \rightarrow X$$

$$X = 3,17 \cdot 20 / 1 = 63,4 \text{ g de } \text{Cl}_2 / \text{NaClO} \dots\dots\dots \text{V.42}$$

Donc la quantité nécessaire est de:

$$1 \text{ m}^3 (\text{NaClO}) \rightarrow 63,4 \text{ Kg de } \text{Cl}_2$$

$$Q_j \rightarrow 9,36 \text{ Kg/j}$$

$$Q_j = 9,36 / 63,4 = 0,15 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/\text{j} \dots\dots\dots \text{V.43}$$

- **Quantité annuelle d'hypochlorite**

$$Q_a = Q_j \times 365 = 54,75 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/\text{an} \dots\dots\dots$$

- **Dimensionnement du bassin de désinfection**

$$Q_{\text{pte}} = 112,82 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_s = 20 \text{ mn.}$$

**Le volume du bassin :**  $V = Q_{pte} \times T_s = 112,82 \times 20/60 = 37,61 \text{ m}^3$  ..... V.34

**La hauteur du bassin :** On fixe  $H = 2 \text{ m}$ .

**La surface horizontale :**  $Sh = V/H = 18,81 \text{ m}^2$  ..... V.35

On prend  $Sh = 20 \text{ m}^2$

**La largeur et la longueur :** On prend  $L = 2.l$

$$\text{Donc comme : } l = \sqrt{\frac{S}{2}} \Rightarrow \sqrt{\frac{20}{2}} \quad l = 3,1$$

Et :  $L = 7 \text{ m}$

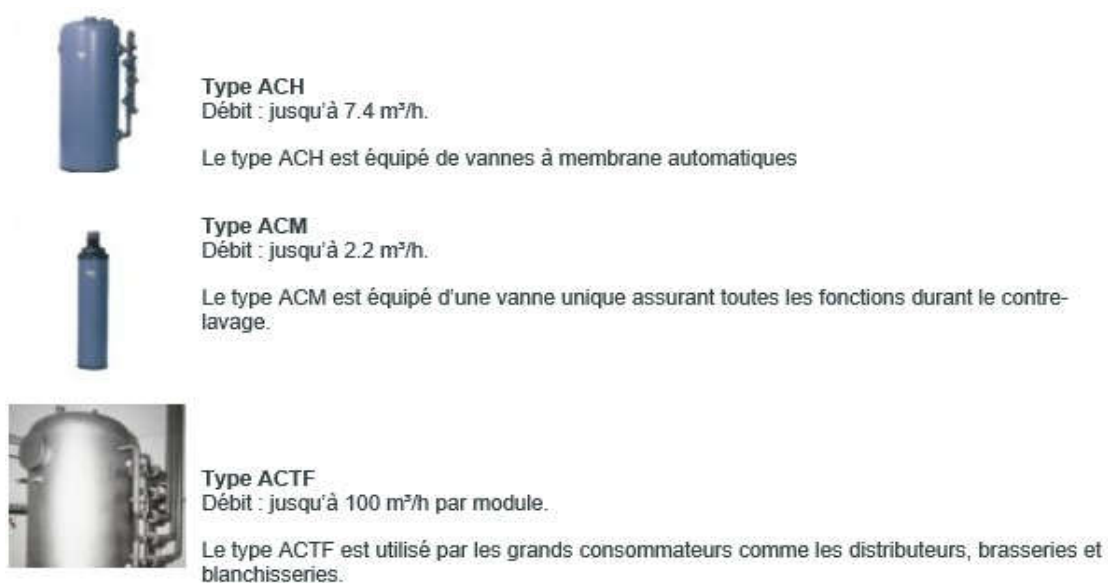
**Tableau V.15 :** Caractéristiques du Désinfecteur

| Désignation                   | Unité                                | Valeurs |
|-------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Volume                        | $\text{m}^3$                         | 37,61   |
| Hauteur                       | M                                    | 2       |
| Surface Horizontale           | $\text{m}^2$                         | 20      |
| Longueur                      | M                                    | 7       |
| Largeur                       | M                                    | 3,5     |
| Dose Journalière du chlore    | Kg/j                                 | 9,36    |
| Quantité Journalière de Javel | $\text{m}^3 (\text{NaClO})/\text{j}$ | 0,15    |
| Quantité Journalière de Javel | $\text{m}^3$                         | 54,75   |

#### IV.2.8. Filière de Charbon Actif

Après désinfection les eaux seront redirigées vers le réservoir du réseau d'incendie, dans le cas où il y aura un scénario exceptionnel, ou il y aura un déversement de carburants en quantité, ou bien les analyses faites par le laboratoire in-situ projeté des eaux résiduaires révèlent un hors normes, alors dans les deux cas les eaux seront by-passés vers la filière de charbon actif.

Cependant les filières sont commandées selon le débit max rentrant, donc en ajoutant les deux débits de pointe des lignes de traitement, on aura un débit égale à 112,86 m<sup>3</sup>/h, ce qui nous induit a prendre deux unités de la MARQUE EUROWATER afin d'alterner l'utilisation et qui d'après un constat est la moins cher (Figure V.1).



**Figure V.10 :** Les différents types de filières de charbon actif de la marque EUROWATER

**Source :** Site officiel d'EUROWATER

## V. Conclusion

En fin, pour terminer notre étude nous recommandons que détenteurs de STEP doivent veiller à ce que l'installation soit en permanence en bon état de fonctionnement. Voici les points essentiels à respecter à cet effet:

> Une maintenance et un entretien appropriés assureront le bon fonctionnement des installations au quotidien. Par maintenance, on entend l'entretien courant. Il est recommandé d'établir un plan de maintenance.

> Le maintien de la valeur vise à garantir le fonctionnement des infrastructures d'assainissement sur le long terme et sur le plan économique. Ses principales mesures comprennent la remise en état, le renouvellement et le remplacement. La remise en état et le renouvellement comprennent les réparations de grande envergure qui sortent du cadre de l'entretien périodique et peuvent aller jusqu'à des travaux qui permettent à l'installation de retrouver un état quasi neuf. Une autre solution consiste à remplacer entièrement une installation ou certains de ces composants. Une comptabilité des immobilisations tenue à jour et un plan de financement sont les instruments qui garantissent un maintien correct de la

valeur.

> Les exigences en matière de qualité des eaux usées définies par les autorités doivent être respectées même durant les travaux d'entretien et de rénovation. Il importe dès lors de prévoir les ouvrages et les moyens techniques nécessaires (volume de stockage et de rétention, systèmes redondants, telle l'existence de plusieurs voies de traitement, groupe électrogène de secours, etc.). Les exigences applicables à d'éventuels systèmes provisoires seront définies au cas par cas. Des mesures appropriées doivent être prévues pour maintenir le rendement d'épuration à un niveau aussi élevé que possible en cas de défaillance imprévue (due à une panne de courant, à des défauts, etc.). Le détenteur est tenu d'élaborer un plan d'action en cas d'urgence.

> Une station d'épuration doit disposer de certaines réserves de capacités. Les réserves requises doivent être définies de cas en cas et tenir compte notamment des éléments suivants: variations de la charge polluante (tourisme et déversements saisonniers d'eaux usées industrielles), évolution dans le bassin versant et vulnérabilité du milieu récepteur. Par réserves de capacités, on comprend la différence entre la valeur de dimensionnement d'une installation et le flux polluant qu'elle traite effectivement. Il est recommandé de les vérifier périodiquement.

---

## *Conclusion Générale*

---

## **CONCLUSION GENERALE**

Ainsi la connaissance des éléments environnants notre station d'épuration, constitue une étape primordiale dans l'orientation de notre étude, dans la bonne planification et surtout dans la prévision des risques et dangers pouvant menacés la sécurité et le bon fonctionnement de la STEP.

Dans cette étude nous avons, mis l'accent sur la pollution par les hydrocarbures ou plus précisément par les carburants. Dans le cas de l'entrepôt d'El Khroub, cette pollution menace les ressources hydriques (superficielles et souterraines) et peut être à l'origine d'une catastrophe écologique.

Pour conclure notre travail, on peut dire que la réhabilitation de la station d'épuration du Complexe est la meilleure solution afin d'y remédier au problème de la pollution par les hydrocarbures, compte-tenu des conséquences environnementales sur les écosystèmes de l'oued Berda.

Pour cette raison, on a fait une conception 100% écologique, car avec un rendement de 95% en moyenne pour les deux lignes de traitement, les eaux seront de très bonne qualité, or tenant compte du classement de la zone comme étant hautement dangereuse, le réseau d'incendie est tout le temps actif, c'est pour cela qu'on a proposé d'injecter les eaux traitées dans le réservoir des eaux d'incendie.

Traitant ainsi des charges entrantes à la ligne de traitement des eaux sanitaires égales à 90 Kg/j pour la DBO5, 180 Kg/j pour les MES et 511,2 Kg/j pour la DCO, avec un débit moyen mesuré à l'entrée de la ligne égale à  $360 \text{ m}^3/\text{j}$ .

Et il ya aussi la ligne d'élimination des hydrocarbures qui traitera des charges assez importantes et qui sont égales à 46,08 Kg/j pour la DBO5, 86,4 Kg/j pour les MES et 576 Kg/j pour les hydrocarbures et avec un débit moyen mesuré à l'entrée de la ligne égale à  $576 \text{ m}^3/\text{j}$ .

Après le traitement imposé, les valeurs des charges sont très inférieures aux normes de rejet autorisées, d'où la preuve de l'efficacité du traitement.

On pourra dire que les points importants d'une réhabilitation ont été respectés dans notre étude.

Pour finir, la réalisation de cette réhabilitation sera le défi principale du complexe pour avoir une lute contre la pollution de Oued Berda , si non cette étude restera encre sur papier.

---

## *Référence Bibliographique*

---

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] Les supports de données par le centre carburants Constantine El Khroub.
- [2] **L-A SACKMANN**. Bulletin du bureau de recherches géologiques et minières- DEUXIEME SERIE- SECTION III- Hydrogéologie. Edition N°4 1968, page3.
- [3] Documentation de l'**ANRH** Constantine.
- [4] **THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED**- guide d'informations techniques- 13<sup>eme</sup> édition, Effets de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement.
- [5] Article du **Centre de recherches pour le développement international** – L'écosanté porte fruit- 12/12/2008.
- [6] **Rapport Final BRGM/RP**, Quelles techniques pour quels traitements - Analyse coûts-bénéfices, - 58609 – FR Juin 2010.
- [7] **D.E.S.S. Qualité et gestion de l'eau**, Pollution et dépollution des nappes d'eau souterraine, page 20, 25/02/203.
- [8] **AMORCE**, Boues de Station d'Épuration : Techniques de traitement, Valorisation et Elimination ; Série Technique DT 51, Novembre 2012.
- [9] **Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement**, Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2, Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", Novembre 2005.
- [10] **AMORCE**, Gestion des boues de stations d'épuration : Co traitement avec les déchets ménagers Série Technique DT 52, Novembre 2012.
- [11] **Institut National de Recherche et de Sécurité**, Station d'épuration des eaux usées : Prévention des risques biologiques, ED6152, Avril 2013.
- [12] **Les agence de l'eau et le Ministère de l'Environnement**, L'ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS : TECHNIQUES D'EPURATION ACTUELLES ET EVOLUTIONS, 1161-0425, Avril 1994.
- [13] **Office Fédéral de l'environnement OFEV Berne**, Exploitation et contrôle des stations d'épuration : Aide à l'exécution pour les stations centrales d'épuration des eaux usées, 2014.

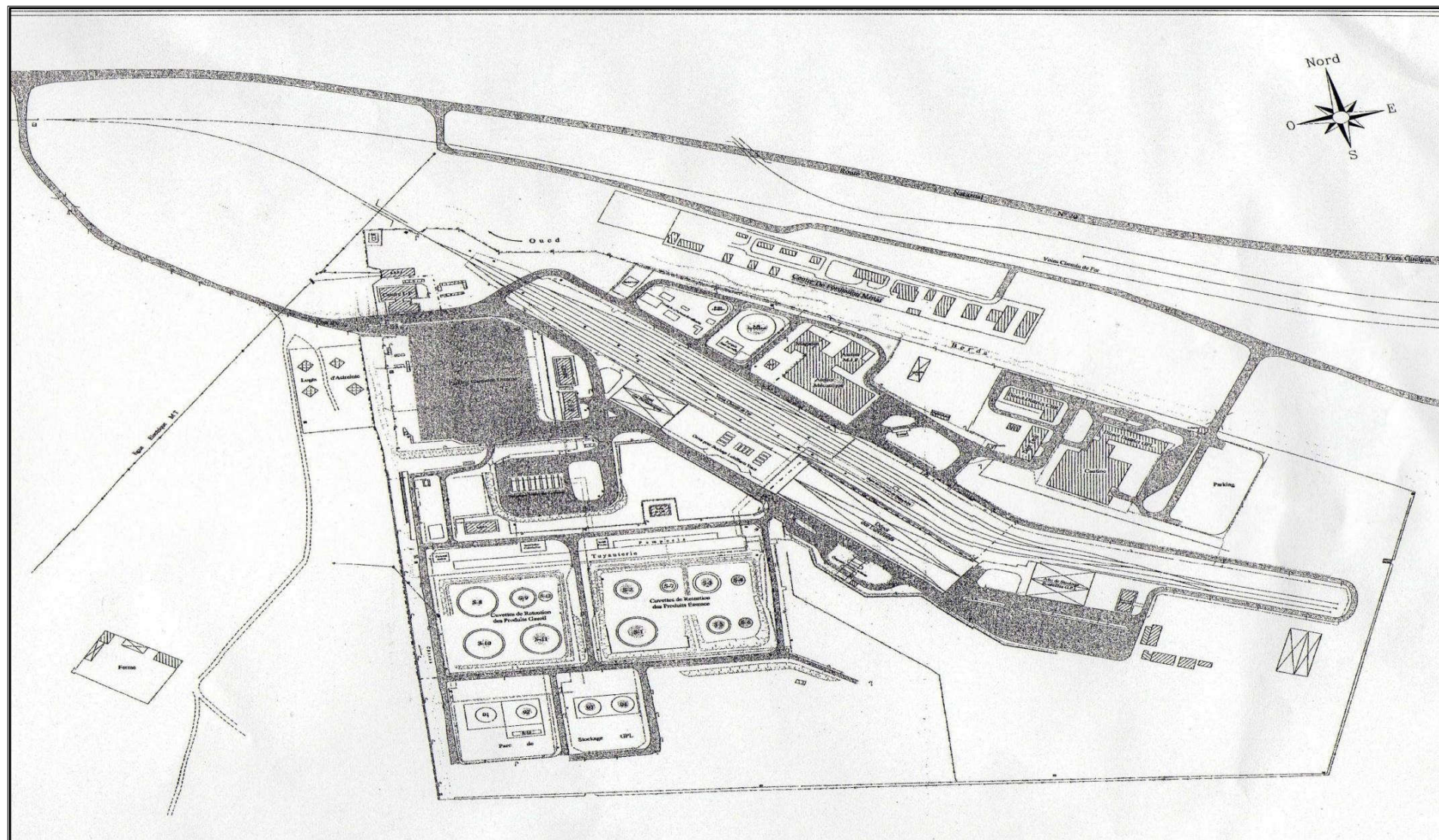
- [14] **Groupe d'étudiants**, Traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités, Université Montpellier et Polytechnique de Montpellier, Mercredi 19 Février 2014.
- [15] **CEMAGREF**, Dysfonctionnement biologiques des stations d'épuration : Origine et solutions, Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2-11-092860-3, 2004.
- [16] **Janine LAMATHE**, Analyse des eaux, Nelson Labo. Pet Ch.-112- mars-avril 1981 – Env Vi-1.
- [17] **BRELLE Patricia**, Synthèse des données sur l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures, INSA LYON, ENGREF Centre de MONTPELLIER, Novembre 2005.
- [18] **CNIDEP**, Réglementation et dimensionnement des séparateurs à hydrocarbure, 2012.
- [19] **Une Equipe d'ingénieur de la Direction des politiques de l'eau** – Service des eaux industrielle Guide sur les séparateur Eau-Huile, Développement durable, Environnement et Parcs Québec, Octobre 2008.
- [20] **Arodí BERNAL-MARTINEZ**, Thèse de Doctorat : Elimination des hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans les boues d'épuration par couplage ozonation – digestion anaérobie, UNIVERSITE MONTPELLIER II SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC, Le mercredi 14 Septembre 2005.
- [21] **Ghuri Farid**, Conception de la station d'épuration de la ville d'El Tarf, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique, Octobre 2011.
- [22] **Gaid, Abdelkader**.- Epuration biologique des eaux usées urbaine : T.1.- Alger : OPU, 1987.-261p.
- [23] **P.D.CEMAGREF**, "Les systèmes de traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités", Pris 1990. [14]: M. GAMRASNI, Paris.
- [24] **RAMDANI Nadia**, Contribution à l'étude des boues urbaines de la station d'épuration des eaus uses résiduares.Effet sur la fertilité d'un sol sableux, Memoire de Magister, Département de physique, Université d'Oran, 2007.

## Annexe



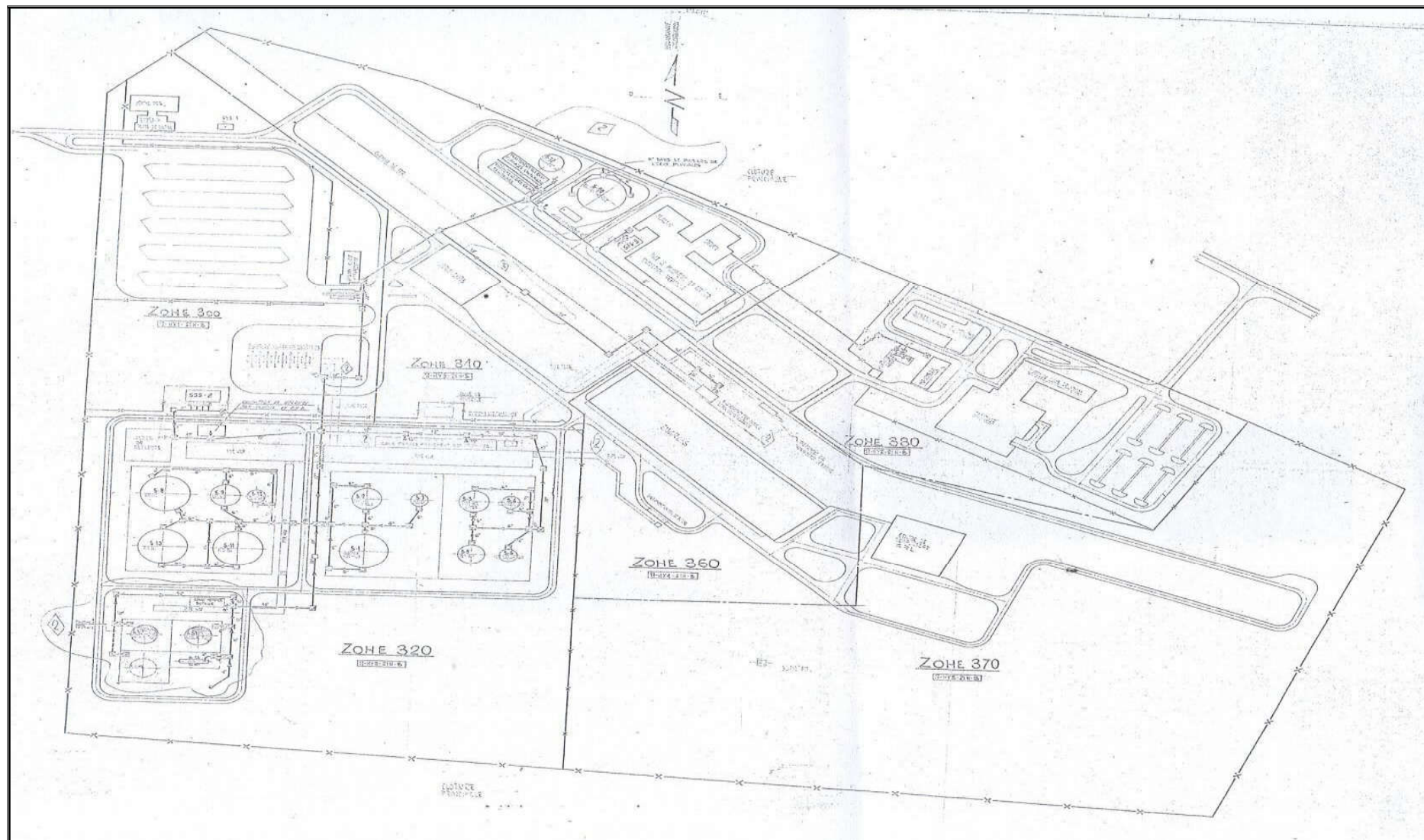
Source : Google Earth, 2016

**Figure Annexe I:** Image satellitaire du complexe traitée



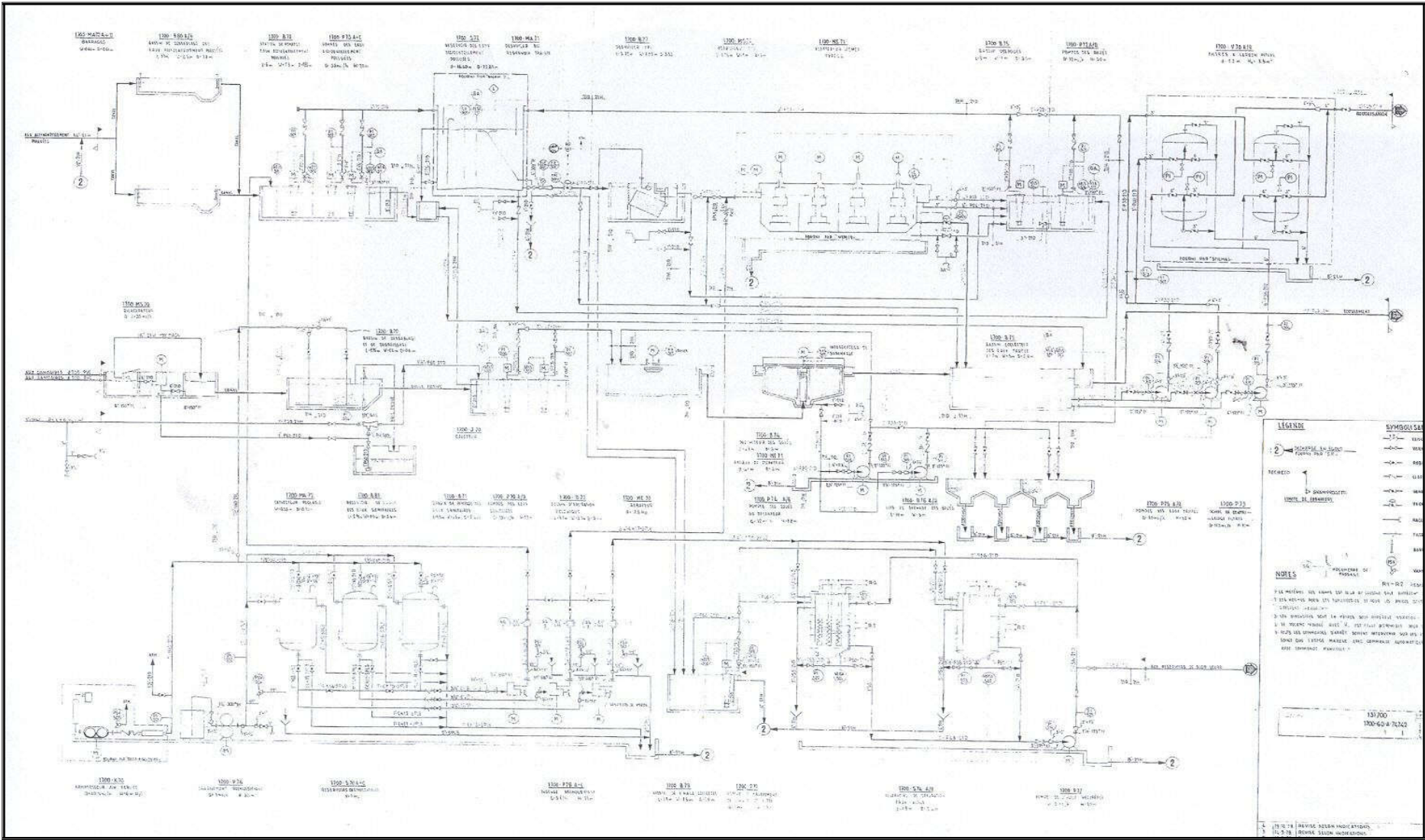
Source : Naftal, 1975.

**Figure Annexe II : Plan de masse du Complexe Carburant de Constantine**



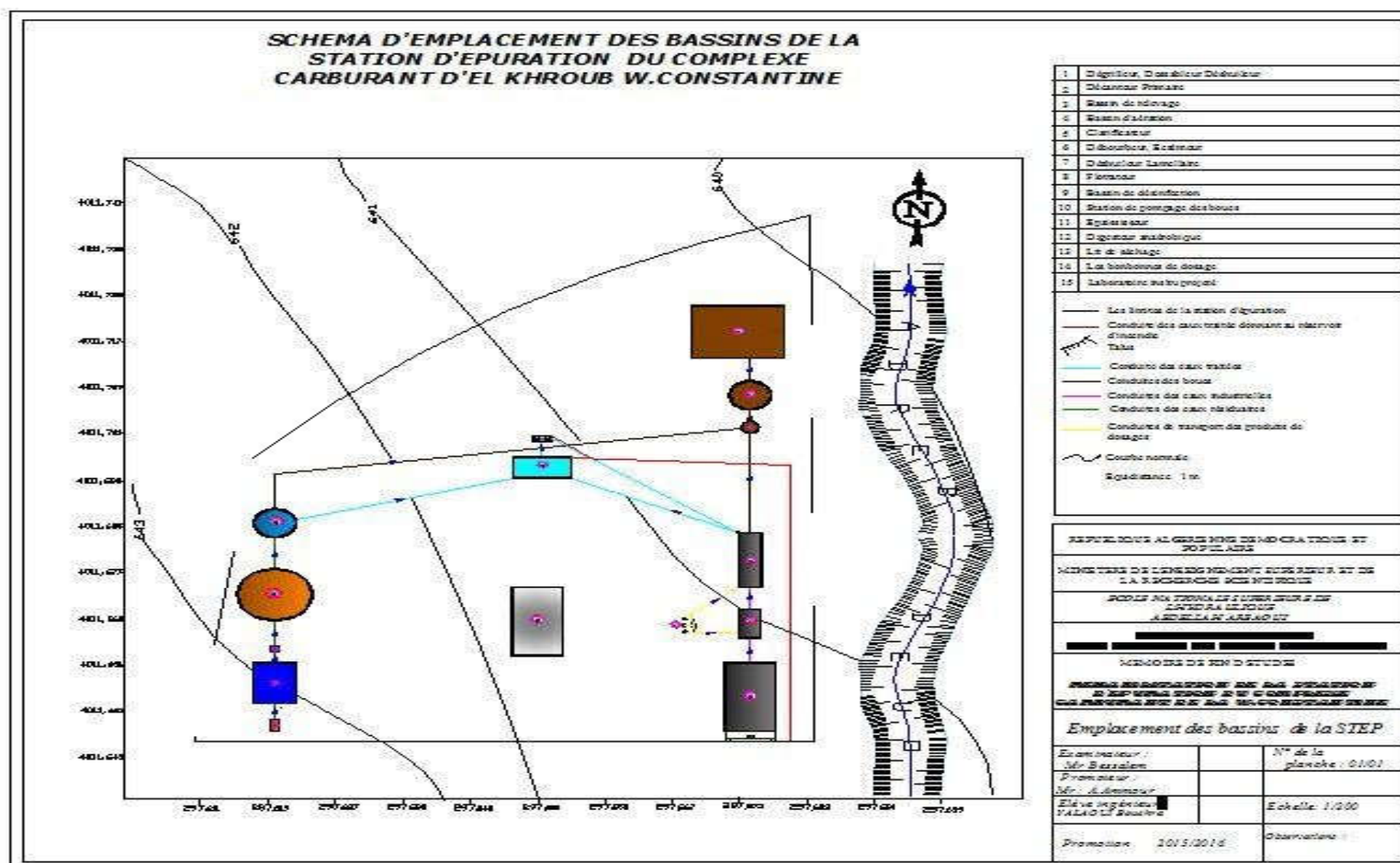
Source : Naftal, 1975

**Figure Annexe III : Réseau d'assainissement du Complexe Carburant de Constantine**



Source : Naftal, 1975.

**Figure Annexe IV : Schéma Synoptique de l'ancienne Station d'épuration**



Source : Naftal, 1975

Figure Annexe V : Schéma d'emplacement des bassins