



Department of Process Engineering

Ref : ...../U.M/F.S. T/2024

قسم هندسة الطرائق

رقم: ..... / ج. م / ك.ع.ت // 2024

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : **GÉNIE DES PROCÉDÉS**

Option : **GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT**

### THÈME

**Suivi des indicateurs de performance de la station d'épuration GP2Z  
et la possibilité d'utiliser les eaux usées traitées en irrigation**

Présenté par

1-MOUMENE Mahiédine

2-MORALENT Sofiane

Soutenu le 24 /06 / 2024 devant le jury composé de :

<b>Présidente :</b>	SLAMANI Samira	MCB	Université de Mostaganem
<b>Examinatrice :</b>	BENYEKKOU Nabila	MAB	Université de Mostaganem
<b>Rapporteuse :</b>	BENIDRIS Elbatoul	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2023/2024

## ***Remerciement***

---

Avant tout nous tenons à remercier notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné la foi, la force et le courage pour mener ce travail à terme.

Tout d'abord ce ne serait pas aussi riche et n'aurais pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mme B. BENIDRIS**, on la remercie pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous remercions respectueusement **Mme SLAMANI Samira** Maitre de conférences B à l'université de MOSTAGANEM d'avoir acceptée de Présider le membre de jury de ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de nos meilleurs remerciements.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Mme **BENYEKKOU Nabila** Maitre-assistant 'B' à l'université de MOSTAGNEM qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner notre travail.

Nos vifs remerciements vont également à nos parents et nos familles et amis et qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenue durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.

A mon encadrante

Docteur BENIDRIS Elbatoul pour toutes ses conseils et son aide jusqu'à la dernière minute, que Dieu la garde en bonne Santé.

A toute ma famille MORALENT sans exception.

A tous mes amis

En fin, je remercie mon binôme MOUMENE MAHIEDDINE qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

A VOUS.

**SOFIANE**

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A Ma sœur qui m'a guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, à ma mère que dieu ait pitié d'elle, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mon père.

A mon encadrante

Docteur BENIDRIS Elbatoul pour toutes ses conseils et son aide jusqu'à la dernière minute, que Dieu la garde en bonne Santé.

A toute mes familles MOUMENE et BESSAHA sans exception.

A tous mes amis

En fin, je remercie mon binôme MORALENT SOFIANE qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

A VOUS.

MAHIEDDINE

## Sommaire

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I: Présentation du complexe GP2Z .....</b>	<b>4</b>
I.3 Introduction.....	5
I.2 Historique.....	5
I.2.1 Organigramme du complexe GP2Z.....	6
I.2.2 Les différents départements .....	7
I.3 Procédé de fabrication.....	9
I.3.1 Les principales sections du complexe .....	9
II.5.1 Section de réception de la charge GPL .....	10
<b>CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées.....</b>	<b>13</b>
II.2 Introduction.....	14
II.3 Caractéristiques des eaux usées .....	15
II.5 Partie II : Procédés de la station d'épuration .....	20
II.5.1 Introduction .....	20
II.5.2 Principe de la station d'épuration.....	20
II.5.3 Les procédés d'épuration des eaux usées.....	21
II.5.4 Les équipements composant l'unité de traitement des eaux usées.....	22
II.5.5 Fonctionnement de la station d'épuration.....	22
II.6 Contrôle des effluents liquides.....	26
II.7 Partie III : Analyses et méthodes .....	30
II.7.1 Introduction .....	30
II.7.2 Laboratoire .....	30
II.7.1.1. Paramètres étudiés .....	32
<b>CHAPITRE III: résultats et discussions.....</b>	<b>44</b>
III.1 Résultats d'analyses physico-chimiques .....	45
II.5.1 Phosphore Total.....	52
Figure III-7 : Les mesures mensuelles des valeurs de phosphore total ont été enregistrées dans les eaux usées traitées. ....	52
<b>CHAPITRE IV:..... Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation</b>	<b>56</b>
IV.1 Situation de l'irrigation en Algérie.....	57
IV.2 Objectifs de la réutilisation des eaux usées en Algérie .....	58
IV.3 La réutilisation des eaux usées et l'agriculture .....	58
IV.4.5 L'irrigation par les eaux usées épurées .....	59
IV.4.6 Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées .....	59
II.5.1 Accumulation de contaminants dans le sol .....	60
➤ Le risque chimique .....	61

## **Sommaire**

---

---

➤	Le risque environnemental .....	61
➤	Impact sur le sol .....	62
➤	Impact sur les cultures .....	62
IV.5	Situation actuelle des eaux usées et leur réutilisation .....	62
IV.6	Les normes de réutilisation des eaux usée épurées .....	63
➤	Normes et cadre législatif.....	63
	CONCLUSION .....	65

## Résumé

---

La pollution de l'eau est l'un des problèmes graves dans de nombreux pays. Cette pollution peut être causée par les rejets industriels, en particulier les eaux usées, qui ont des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Afin de réduire les effets néfastes de ces eaux polluées, de nombreuses opérations de traitement des eaux usées ont été mises en œuvre. Nous avons mené notre étude pour suivre les analyses physico-chimiques des eaux usées en sortie de la station d'épuration au niveau d'un laboratoire de complexe GP2Z (Complexe de Sonatrach à Arzew) dont le but est de comparer les résultats d'analyses aux normes nationales et internationales.

De nos jours, le recyclage et la purification des eaux usées sont devenus un enjeu majeur auquel les pays se disputent en raison de l'importance cruciale de l'eau, qui est la base de tout. Grâce à toutes les analyses réalisées et à leur comparaison avec les normes nationales et internationales, il est prouvé qu'il n'y a pas de pollution avancée. Par conséquent, il est naturel et raisonnable de pouvoir recycler et purifier les eaux de la raffinerie de pétrole pour les utiliser dans le domaine de l'agriculture.

**Mots clés :** eaux usées, station d'épuration, recyclage, GP2Z

### ملخص

يعتبر تلوث المياه من بين المشاكل الخطيرة في العديد من البلدان، يمكن أن ينجم هذا التلوث عن التصريفات الصناعية ولا سيما مياه الصرف التي لها آثار ضارة على البيئة وكذلك على صحة الإنسان، للحد من هذه الآثار الضارة لهذه المياه الملوثة، تم تنفيذ العديد من العمليات لمعالجة مياه الصرف الصحي، حيث أجرينا دراستنا لمراقبة التحاليل الفيزيوكيميائية لمياه الصرف عند مخرج محطة التطهير على مستوى مخبر مجمع فصل غاز البترول المميع و الهدف منها مقارنة نتائج التحاليل مع المعايير الوطنية و الدولية

في وقتنا الحالي أصبحت عملية إعادة تدوير المياه المستعملة و تطهيرها رهانا كبيرا تتنافس عليه الدول نظرا إلى الأهمية البالغة للمياه فهي أساس كل شيء، ونظرا لجميع نتائج التحاليل المتحصل عليها و مقارنتها مع المعايير الوطنية والدولية تثبت عدم وجود تلوث من الدرجة المتقدمة ومنه نستنتج أنه من الطبيعي والمعقول إمكانية إعادة تدوير و تطهير مياه مجمع فصل غاز البترول المميع استخدامها في مجال زراعة

**الكلمات المفتاحية :** المياه المستعملة، محطة التطهير، إعادة تدوير

## *Abstract*

---

Water pollution is a significant problem in many countries. This issue is primarily caused by industrial discharges, particularly wastewater, which have detrimental effects on the environment and human health. In order to mitigate the harmful effects of this polluted water, numerous wastewater treatment operations have been implemented.

Our study aimed to monitor the physicochemical analysis of wastewater at the outlet of the treatment plant in the GP2Z complex laboratory (Sonatrach Complex in Arzew). The objective was to compare the analysis results with national and international standards.

In today's world, the recycling and purification of wastewater have become a major concern that countries are competing over due to the crucial importance of water, which serves as the foundation for everything. Through all the conducted analyses and their comparison with national and international standards, it has been proven that there is no advanced pollution.

Therefore, it is natural and reasonable to be able to recycle and purify the wastewater from the oil refinery for use in the field of agriculture.

**Key words:** wastewater, treatment plant, recycling

## *Listes des Abréviations*

---

<b>Ag</b>	: L'argent.
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	: L'ion de calcium.
<b>Cd</b>	: Le cadmium.
<b>Cl<sup>-</sup></b>	: L'ion de chlorure.
<b>Cm<sup>3</sup>/l</b>	: Centimètres cubes par litre.
<b>Cr</b>	: Le chrome.
<b>Cu</b>	: Le cuivre.
<b>Cu<sup>2+</sup></b>	: Les ions de cuivre.
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	: Les ions ferreux.
<b>DBO<sub>21</sub></b>	: Demande biologique en oxygène à 21 jours.
<b>DBO<sub>28</sub></b>	: Demande biologique en oxygène à 28 jours.
<b>DBO<sub>5</sub></b>	: Demande biologique en oxygène à 5 jours
<b>DCO</b>	: Demande chimique en oxygène.
<b>DROS</b>	: Demande en oxygène Réduite.
<b>EUE</b>	: L'utilisation des eaux usées épurées.
<b>GP2/Z</b>	: Complexe de Sonatrach à Arzew.
<b>GP4/Z</b>	: Complexe de Sonatrach à Arzew.
<b>GPI</b>	: Les Grands Périmètres Irrigués.
<b>GPL</b>	: Gaz pétrole liquéfié.
<b>Hg</b>	: Le mercure.
<b>IANOR</b>	: Institut algérienne de Normalisation.
<b>JORA</b>	: Journal Officiel de la République Algérienne.
<b>KOH</b>	: L'hydroxyde de potassium.
<b>MES</b>	: Matière en suspension.
<b>mg /l</b>	: Milligramme sur litre.
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	: L'ion de magnésium.

<b>MMS</b>	: Matière minérale en suspension.
<b>MO</b>	: Matière organique.
<b>MRE</b>	: Ministère des Ressources en Eau.
<b>ms/m</b>	: Millisiemens sur mètre.
<b>MVS</b>	: Matières volatiles en suspension
<b>Na<sup>+</sup></b>	: L'ion sodium.
<b>NH<sub>3</sub></b>	: L'ammoniac.
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	: L'ammonium.
<b>Ni</b>	: Le nickel.
<b>N-NH<sub>4</sub></b>	: Azote ammoniacale.
<b>N-NTK</b>	: Azote totale Kjeldahl.
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	: Ions de nitrite.
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	: Ions de nitrate.
<b>OMS</b>	: Organisation mondiale de la santé.
<b>ONA</b>	: Office National de l'assainissement.
<b>ONID</b>	: Office National de l'irrigation et du drainage.
<b>pH</b>	: Potentiel d'hydrogène.
<b>PMH</b>	: Petite et moyenne hydraulique.
<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	: Phosphate inorganique.
<b>REUE</b>	: Réutilisation des eaux usées épurées.
<b>REUT</b>	: Réutilisation des eaux usées traitées.
<b>S/m :</b>	: Siemens par mètre.
<b>SAU</b>	: Surface Agricole Utile.
<b>STEP</b>	: Station d'épuration des eaux usées.
<b>SV</b>	: Solides volatils.
<b>µs /cm</b>	: Microsiemens sur centimètre.
<b>WC</b>	: Water closet.
<b>Zn</b>	: Le Zinc.

## Listes des Figures

---

<b>FIGURE I-1</b> : LOCALISATION DU COMPLEXE GP2Z .....	6
<b>FIGURE I-2</b> : PHOTOS DU COMPLEXE GP2Z .....	6
<b>FIGURE I-3</b> : ORGANIGRAMME DE LA GP2Z [8] .....	8
<b>FIGURE I-4</b> : SCHEMA SYNOPTIQUE DU COMPLEXE GP2Z [8] .....	11
<b>FIGURE II-1</b> : LA STATION D'EPURATION.....	20
<b>FIGURE II-2</b> : SCHEMA MONTRENT LES DIFFERENTS COMPOSES DE LA STATION D'EPURATION [13].....	21
<b>FIGURE II-3</b> : LE BALLON D'EGALISATION .....	23
<b>FIGURE II-4</b> : LE BALLON D'AERATION N°01 .....	24
<b>FIGURE II-5</b> : LE BALLON DE CLARIFICATION .....	25
<b>FIGURE II-6</b> : LE BALLON DE MAINTIEN DE LA BOUE .....	26
<b>FIGURE II-7</b> : ENTRE DE LABORATOIRE .....	30
<b>FIGURE II-8</b> : LES DIFFERENTS DISPOSITIFS .....	31
<b>FIGURE II-9</b> : PH-METRE .....	32
<b>FIGURE II-10</b> :A) THERMOSTAT ; B) TUBE DE REACTIF LCI 500 ; C) SPECTROPHOTOMETRE.....	34
<b>FIGURE II-11</b> : A) REACTIF DE KOH; B) NITRIFICATEUR; C) FIOLE JAUGEE 157 ML D) FIOLE JAUGEE 428 ML ; E) BOUTEILLE MARONNE ; F) DBOMETRE .....	35
<b>FIGURE II-12</b> : A) CUVE ; B) TUBE DE REACTIF LCK 238 ;C) : REACTIF DE SOLUTION ; D) TABLETTE B ; E) REACTIF DE SOLUTION.....	37
<b>FIGURE II-13</b> : TUBE DE REACTIF LCK 341.....	38
<b>FIGURE II-14</b> : A) TUBE DE REACTIF LCK 339 ; B) REACTIF DE SOLUTION A.....	39
<b>FIGURE II-15</b> : A) : TUBE DE REACTIF LCK348 ; B) : REACTIF DE SOLUTION B.....	41
<b>FIGURE II-16</b> : A) ERLNMEYER ; B) SACHET DE REACTIF DE CUIVRE CAT ;C) : CUVE CARREE .....	42
<b>FIGURE II-17</b> : A) EPROUVETTE ; B) SACHET DE REACTIF DE FER CAT 1037769.....	43
<b>FIGURE III-1</b> : LES MESURES DE PH DANS LES EAUX USEES EPUREES ONT ETE EFFECTUEES DE MANIERE MENSUELLE.....	46
<b>FIGURE III-2</b> : VALEURS MENSUELLES MESUREES DE TEMPERATURE DANS LES EAUX USEES .....	47
<b>FIGURE III-3</b> : VALEURS MENSUELLES ENREGISTREES DE LA DBO <sub>5</sub> DANS DES EAUX USEES EPUREES.....	48
<b>FIGURE III-4</b> : LES MESURES MENSUELLES DES VALEURS DE DCO ONT ETE ENREGISTREES DANS LES EAUX USEES TRAITEES. ....	49
<b>FIGURE III-5</b> : LES MESURES MENSUELLES DES VALEURS DE L'AZOTE KJELDAHL TOTAL ONT ETE ENREGISTREES DANS LES EAUX USEES TRAITEES.....	50
<b>FIGURE III-6</b> : LES MESURES MENSUELLES DES VALEURS DE MATIERES EN SUSPENSIONS ONT ETE ENREGISTREES DANS LES EAUX USEES TRAITEES. ....	51
<b>FIGURE III-7</b> : LES MESURES MENSUELLES DES VALEURS DE PHOSPHORE TOTAL ONT ETE ENREGISTREES DANS LES EAUX USEES TRAITEES.....	52

<b>FIGURE III-8</b> : LES MESURES MENSUELLES DES VALEURS DE FER ONT ETE ENREGISTREES DANS LES EAUX USEES TRAITEES.....	53
<b>FIGURE III-9</b> : LES MESURES MENSUELLES DES VALEURS DE CUIVRE ONT ETE ENREGISTREES DANS LES EAUX USEES TRAITEES.....	54

## *Listes des Tableaux*

---

<b>TABLEAU II-1 : COEFFICIENT DE BIODEGRADABILITE [11] .....</b>	<b>19</b>
<b>TABLEAU II-2 : LES DIFFERENTS DISPOSITIFS DE LA STEP .....</b>	<b>22</b>
<b>TABLEAU III-1 : VALEURS MENSUELLES MESUREES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES .....</b>	<b>45</b>
<b>TABLEAU IV-1 : NORMES DE REUTILISATION DES EAUX USEES EPURES.....</b>	<b>64</b>

## **Introduction générale**

---

Le développement de l'industrie en Algérie a été marqué par sa diversité et sa capacité, mais l'industrialisation s'est déroulée dans des conditions qui ont négligé les préoccupations environnementales [1]. Malgré le programme gouvernemental présenté en août 1997 à l'Assemblée nationale mettant en lumière la grande fragilité de ce secteur, les projets industriels ont été mis en œuvre sans études d'impact [2]. Les acteurs économiques ont privilégié l'aménagement de sites faciles à exploiter, situés à proximité de zones offrant un important potentiel de main d'œuvre, à proximité des voies de communication et bénéficiant de toutes les commodités nécessaires. Lors du choix des procédés de fabrication, les critères de protection de l'environnement n'ont pas été considérés comme primordiaux. Dans ce contexte, l'impact environnemental résultant de l'activité industrielle devient alors préoccupant, avec des rejets non traités, une pollution atmosphérique et la production de déchets industriels toxiques ou dangereux. [3]

Les rejets industriels ont une influence importante sur la dégradation de la qualité des eaux des cours d'eau et des barrages. D'après la carte thématique récemment éditée par l'Agence régionale des ressources hydriques (ANRH) concernant la qualité des eaux de surface, basée sur les relevés effectués par une centaine de stations de mesure disséminées à travers le territoire, il est évident que : La région ouest est fortement touchée par la pollution de l'eau sur des étendues considérables. Les eaux des oueds Mouillah, Tafna, Mina et Chéllif, ainsi que celles du barrage de Béni Bahdel, sont devenues impropres même à des fins d'irrigation. Dans la région centre, l'oued El Harrech est entièrement contaminé, tout comme une partie du Mazafran. Les barrages de Hamiz et Keddara sont également dans la même situation, avec une eau non potable. Quant à la région est, des portions importantes des oueds Rhumel, Kebir-Rhumel et Seybouse sont touchées par la pollution. Les barrages de Cheffia et Zardeza sont également dans le même cas, avec une eau impropre à la consommation.[3]

Les métaux lourds, les PCB, les solvants chlorés et les hydrocarbures sont responsables de la contamination des eaux. Les installations de traitement des eaux sont rares dans les entreprises industrielles et lorsqu'elles existent, elles sont souvent hors service en raison de problèmes de maintenance. La détérioration des ressources en eau - combinée à une pénurie chronique de pluviométrie - commence à prendre des proportions alarmantes, en particulier dans la région tellienne. C'est là que se trouvent la majeure partie des ressources en eau et la plupart des entreprises industrielles sont implantées. Cette situation laisse présager

Que si Aucune mesure n'est prise pour corriger la situation, la pollution risque d'aggraver la pénurie d'eau à l'avenir.

Les défis associés à la préservation de l'environnement sont d'une importance cruciale dans un pays en transition comme l'Algérie. L'expérience passée en matière de politique environnementale est instructive, même dans ses aspects les plus négatifs, car elle permet de remédier aux problèmes constatés.

Afin de préserver l'environnement des rejets industriels toxiques qui altèrent la qualité des écosystèmes, ce mémoire a pour objectif de surveiller les performances des analyses des eaux épurées provenant de la station d'épuration du complexe GP/2Z, implanté au nord-ouest du pays à 42 km d'Oran. L'usine est spécifiquement conçue pour la séparation du GPL en propane et butane à des fins commerciales. [4]

Le manuscrit sera organisé en quatre chapitres structurés comme suit :

- Le premier chapitre présente, présente une étude bibliographique qui englobe les généralités sur le complexe GP2Z ;
- Le second chapitre présente une synthèse sur les différentes sources des eaux usés leurs traitements et une description sur les différentes analyses effectuées pour leurs caractérisations ;
- Le troisième chapitre consacré pour présenter les principaux résultats trouvés et leurs discussions ;
- Le quatrième chapitre présente la faisabilité de réutilisé les eaux usées épurées à la réutilisation pour l'irrigation ;
- Une conclusion générale qui récapitule l'essentiel de notre travail d'étude.

**CHAPITRE I:   Présentation du complexe GP2Z**

---

### I.3 Introduction

Suite aux découvertes croissantes des champs pétroliers au sud Algérien, l'augmentation de la production du GPL est devenue très importante. Des projets de rénovation et d'extensions des installations se sont avérés un objectif primordial en aval pour séparer des charges de plus en plus importantes de GPL en propane et butane commerciaux.

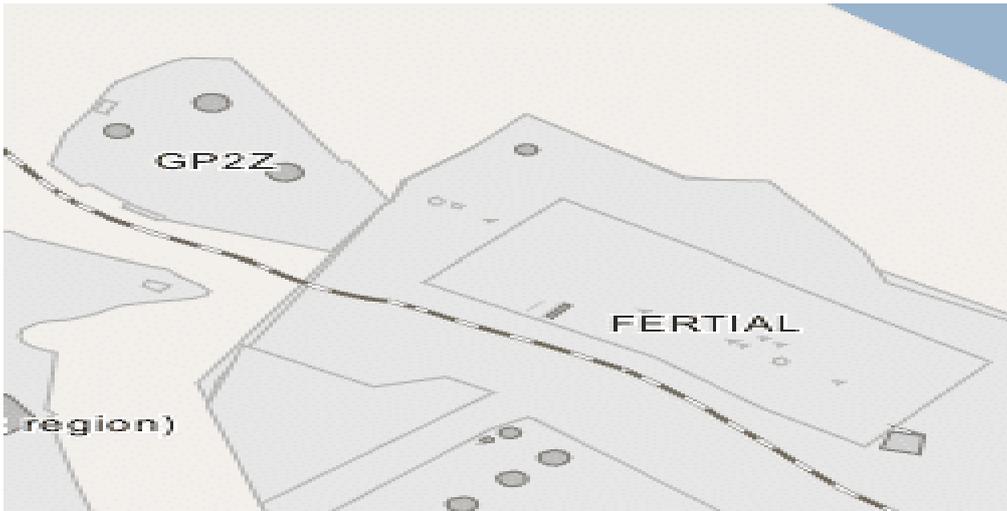
La charge GPL est composée en grande partie de propane, de butane et d'un faible taux de méthane, éthane et de pentane. Elle provient de différents champs pétroliers et gaziers du sud. Le GP2Z est l'un des six complexes de la branche LQS de la société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures, SONATRACH. Il est situé à l'est d'Oran, à une distance de 42 km, et à seulement 4 km de la ville d'Arzew, au nord-ouest du pays. Le complexe couvre une superficie de 13,5 hectares. Son usine est conçue pour séparer le GPL en propane et butane commercial.

### I.2 Historique

Le complexe GP2Z a été érigé dans les années 70 par la société anglaise C.J.B (company JOHN BROWN) dans le but de traiter du GPL composé principalement de propane et de butane. En 1973, le complexe a été mis en service pour traiter une charge de 4 MT/an d'un mélange de condensat/GPL. Cependant, en 1984, avec la mise en service du GP1Z et la séparation des condensats au sud, le GP2Z a été arrêté en raison d'un manque de condensat dans la charge et de problèmes de sécurité.

En 1990, le complexe a été remis en service après la reconversion de son procédé de remouillage pour le traitement d'une capacité de 0,6 MT/an. En 1993, la direction de l'ingénierie a pris en charge la rénovation et le développement du complexe GP2Z pour augmenter sa capacité jusqu'à 1,2 MT/an. En 1999, une extension du complexe a été réalisée pour traiter une capacité de 1,8 MT/an.

Initialement, le complexe GP2Z était en phase de développement pour atteindre une capacité de traitement de 2,5 MT/an. Cependant, ce projet a été interrompu en raison d'incidents survenus sur le four 401/6201 B et le nouveau groupe moto compresseur 430/6201D. Après l'audit de l'organisme japonais IHI en 2004, il a été établi que la capacité de production maximale du complexe GP2Z est de 1,4 MT/an [5]. Voici la figure I.1 représente la localisation du complexe GP2Z[8].



*Figure I-1 : Localisation du complexe GP2Z*



*Figure I-2 : Photos du complexe GP2Z*

### **I.2.1 Organigramme du complexe GP2Z**

Le complexe GP2/Z est organisé comme suit :

Deux Sous Directions : La Sous-direction du Personnel : **D\*S**

**R** : Les ressources humains.

**ADM/SOC** : Administration et social du personnel.

**M** : Les moyens généraux.

**RT** : Relation du travail.

La Sous-direction exploitation : **D\*E**

**A** : Approvisionnements.

**G** : Maintenance.

**P** : Production.

## **CHAPITRE I:      Présentation du complexe GP2Z**

---

Quatre départements de contrôle :

**I** : Sécurité.

**F** : Finances.

**T** : Technique.

**W** : Travaux Neufs.

Deux autres fonctions rattachées à la direction :

**ORG/INF** : Service organisation et Informatique.

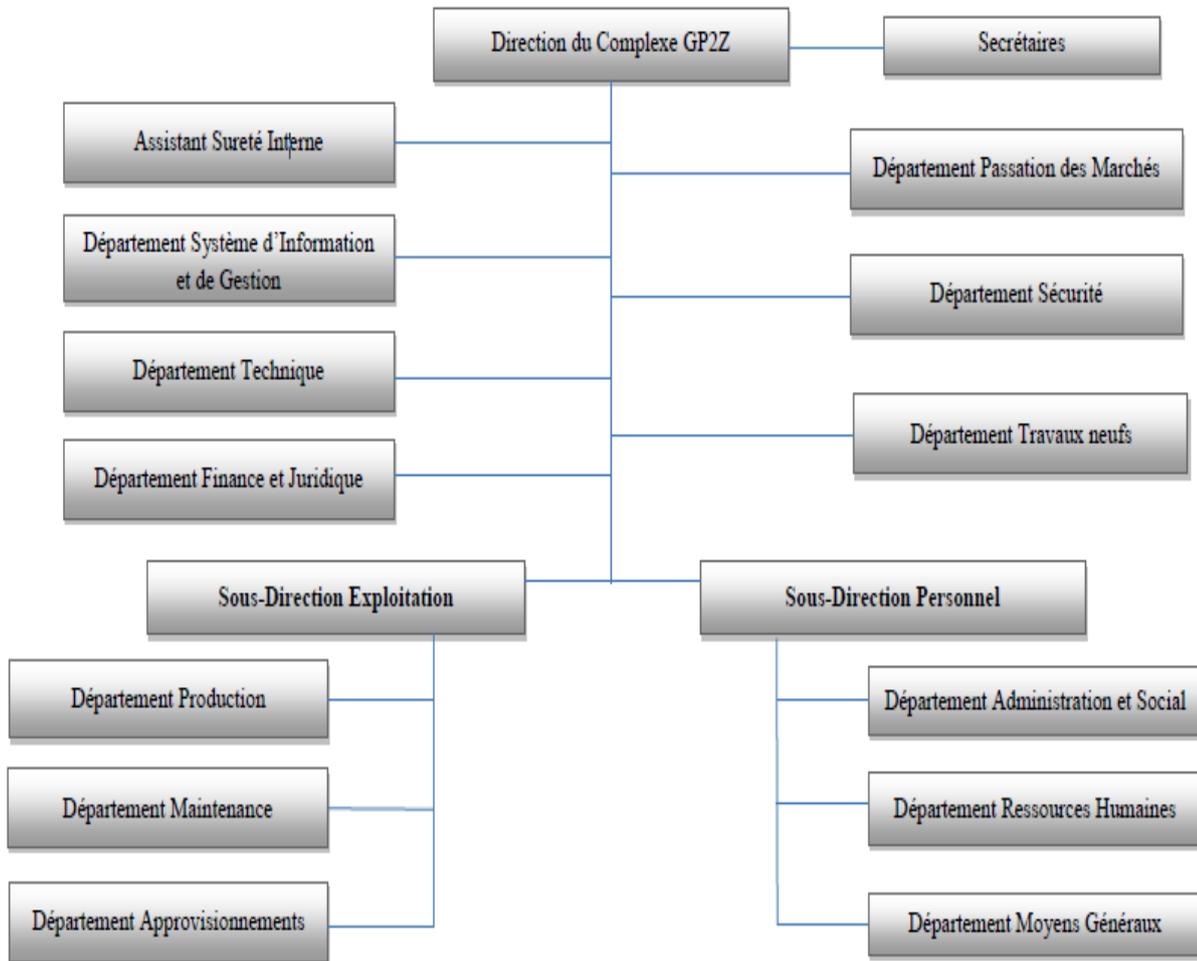
**ASI** : Assistant de sécurité interne. [6]

### **I.2.2 Les différents départements**

- ◆ Département de sécurité
- ◆ Laboratoire
- ◆ Département Instrumentation
- ◆ Département Mécanique.[6]

## CHAPITRE I: Présentation du complexe GP2Z

Les différents départements sont mentionnés sur la figure I.3 ci-dessous :



*Figure I-3 : Organigramme de la GP2Z [8]*

### I.3 Procédé de fabrication

Le GPL est extrait du pétrole brut ou du gaz naturel, provenant notamment de HASSI R'MEL. Il se compose principalement de propane ( $C_3H_8$ ) et de butane ( $C_4H_{10}$ ), avec une faible proportion de méthane et d'éthane. Après avoir été pompé et atteint Arzew, il subit une détente de 80-90 kg/cm<sup>3</sup> à 7-10 kg/cm<sup>3</sup>. Ensuite, il est filtré et stocké dans deux sphères pour assurer une sécurité en cas de problèmes lors du transport par les stations de pompage.

Le GPL est ensuite envoyé depuis les sphères vers la station de séparation à l'aide de deux pompes verticales. Cette station est équipée d'un préchauffage pour la charge et d'une colonne de séparation.

Dans la colonne de séparation, le GPL est séparé en deux produits :

Le produit lourd ( $C_4H_{10}$ ) est partiellement envoyé dans un rebouilleur chauffé par un circuit de gazole dans un four. Cette partie de butane, collectée à la sortie du rebouilleur, sert à préchauffer la charge GPL provenant des sphères.

Le produit léger ( $C_3H_8$ ) est récupéré au sommet de la colonne de séparation. Les deux produits passent ensuite par une section de réfrigération. Le butane est refroidi en deux étapes (HP, MP), en utilisant le propane pur comme source de froid.

Après cette opération, le propane commercial est stocké dans un réservoir d'une capacité de 50.000 m<sup>3</sup> en vue des chargements dans les navires.[7]

#### I.3.1 Les principales sections du complexe

- ◆ Une section de stockage tampon de la charge.
- ◆ Une section de déshydratation du GPL.
- ◆ Deux trains de séparation.
- ◆ Une section de réfrigération.
- ◆ Une section de stockage des produits finis.[7]

### I.3.2 Section de réception de la charge GPL

La charge d'alimentation de GPL est envoyée à partir du terminal RTO jusqu'à la limite de la batterie du complexe GP2Z à une pression de 20 Bar et à la température ambiante, Elle passe par l'un des deux filtres un en service et l'autre en stand-by, afin d'éliminer les impuretés : (sables, poussière, matière étrangère). La charge GPL sortant du filtre en service passe à travers un dégazeur de charge pour enlever les gaz non condensables tel que « CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>,.. » et gaz inertes. La pression de la charge GPL est réduite à la pression de service des sphères de stockage par la vanne de détente. [8]

#### ➤ *Section de stockage de la charge*

Cette section a pour fonction de stocker la charge GPL dans deux sphères la capacité de chaque sphère est de 1220 m<sup>3</sup>.

Le GPL est stocké à une température ambiante et une pression de 9bar. La charge GPL est envoyée à la section déshydratation par les pompes de charge. [7]

#### ➤ *Section de déshydratation*

La Section est conçue pour éliminer l'eau de la charge GPL jusqu'à une teneur inférieur à 1PPM en poids afin d'éviter toute formation des hydrates (cause de bouchage). [7]

#### ➤ *Section de séparation*

L'unité de séparation a été conçue pour séparer le mélange de la charge GPL en propane commercial comme produit de tête et en butane commercial comme produit de fond et ça au niveau de deux colonnes « 02splitters » constituée de 46 plateaux.

Chaque colonne comprend les équipements suivants :

- Un préchauffeur de la charge GPL.
- Une batterie d'aérocondenseurs.
- Un ballon de reflux.
- Deux pompes de reflux.
- Un rebouilleur.

Avant d'arriver à la colonne, la charge GPL se trouve à une pression de 19.8 bars ; elle passe par le préchauffeur où elle est préchauffée par le butane venant de fond de colonne (rebouilleur). Le courant de GPL venant du préchauffeur entre au niveau du plateau n°24 de la colonne. Les hydrocarbures légers se séparent du courant d'alimentation et s'élèvent vers le sommet de la colonne à contre-courant d'un reflux continu de propane.

## CHAPITRE I: Présentation du complexe GP2Z

Le propane commercial extrait comme produit de tête de distillation est condensé en totalité au niveau des aérocondenseurs.

Le propane provenant au ballon de reflux est aspiré par l'une des pompes de reflux. Une partie est réintroduite en tête de colonne comme reflux, L'autre partie du propane s'écoule vers la réfrigération.

Le liquide du fond de colonne (butane) pénètre dans le rebouilleur où il se vaporise partiellement.

La partie vaporisée retourne vers la colonne en dessous du 46ème plateau (le dernier) comme reflux vapeur alors que l'autre partie du butane s'écoule vers la réfrigération. [7]

### ➤ Section réfrigération

La section réfrigération a pour objet de refroidir les produits propane et butane commerciaux à leurs températures de stockage respectives soit - 45 °C pour le propane et - 15 °C pour le butane à la pression atmosphérique. [7]

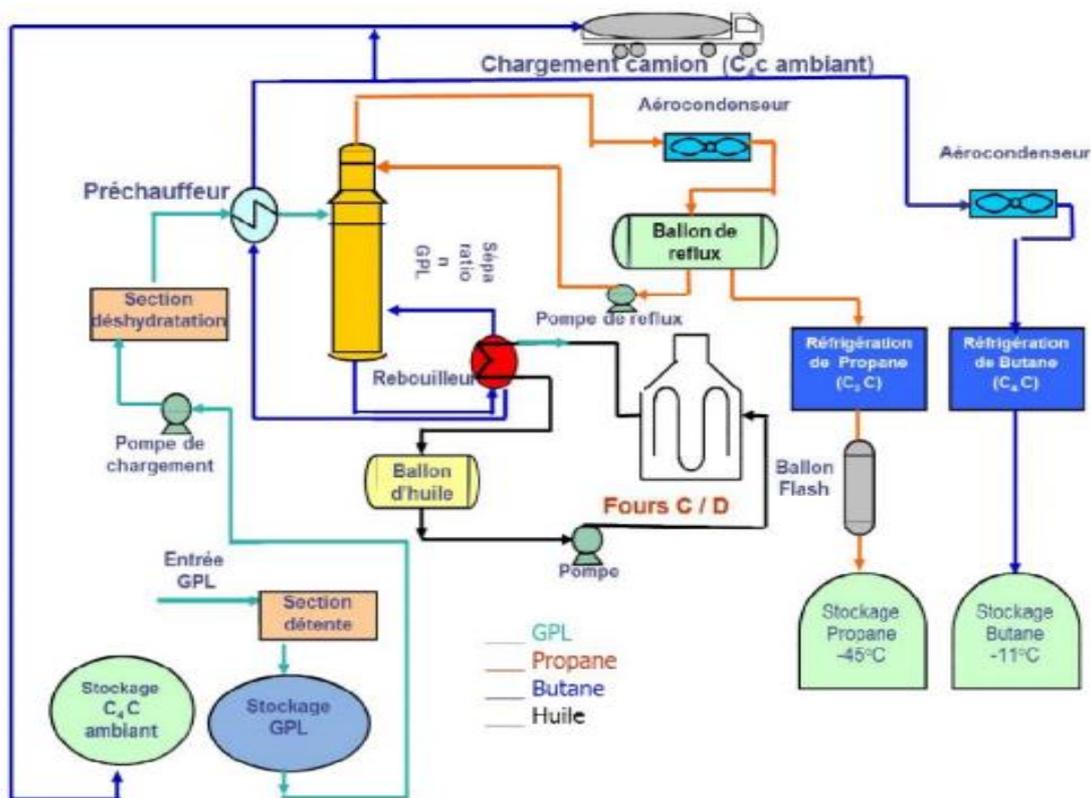


Figure I-4 : Schéma synoptique du complexe GP2Z [8]

### ➤ Section stockage

Cette section sert au stockage du propane et du butane commerciaux réfrigérés. Elle comprend deux bacs chacun est de 70 000 mètres cubes de capacité.

## **CHAPITRE I:      Présentation du complexe GP2Z**

---

Un bac de stockage du propane à une température de -45 °C.

Un bac de stockage de butane à la pression atmosphérique et à une température de -15°C.

Pour le butane existe aussi deux sphères d'une capacité 1150m<sup>3</sup> chacune pour le stockage du butane ambiant. [7]

### **Conclusion**

Le stage effectué au sein du complexe GP2/Z nous a permis d'acquérir une expérience professionnelle limitée et de nous familiariser avec le monde du travail. De plus, cela nous a également donné une idée générale du processus de séparation et de liquéfaction des GPL au sein du complexe, ainsi que des rejets industriels qui en résultent et qui peuvent avoir un impact sur l'écosystème. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux analyses physico-chimiques appliquées pour évaluer la qualité des eaux après traitement, afin de pouvoir les déverser conformément aux normes en vigueur dans l'eau de mer.

**CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la  
description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

## **CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

### **CHAPITRE II: Partie I : Généralités sur les eaux usées**

#### **II.2 Introduction**

Les eaux usées sont utilisées à des fins domestiques, industrielles, industrielles, agricoles, etc. subit des changements importants dus aux activités humaines. Ceux-ci sont considérés comme et doivent donc être traités avant d'être réutilisés ou rejetés dans l'environnement. Pour protéger l'environnement naturel, des méthodes sont utilisées pour réduire ou éliminer la pollution provenant de toutes les sources urbaines ou industrielles, que ce soit dans les usines de traitement d'eau en vrac ou individuellement provenant d'activités importantes ou multiples.

##### **II.2.1 Définition des eaux usées**

On appelle eaux usées toutes eaux polluées. Polluées dans ce contexte veut dire souillées par des activités humaines. Les activités humaines englobent énormément de choses : un bain, une chasse d'eau, une production industrielle, etc...

Les eaux usées sont toutes les eaux qui entrent dans le réseau d'assainissement et dont les caractéristiques naturelles sont altérées. La plupart sont polluantes, tandis que d'autres sont même pathogènes, pouvant poser de sérieux problèmes de santé publique. [9]

##### **II.2.2 Origines des eaux usées**

Les eaux usées quelle que soit leur origine, sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leur quantité et selon leur composition, représentent un danger réel pour les milieux récepteurs ou leurs utilisateurs. L'élimination de ces éléments toxiques exige de concevoir une chaîne de traitement. Toutefois, avant de concevoir tout procédé d'épuration, il est impératif de caractériser l'effluent à traiter, quantitativement et qualitativement. Ces eaux proviennent principalement de quatre sources [9] :

##### **II.2.3 Les eaux usées domestiques**

Comme vous pouvez le deviner au nom, il s'agit des eaux polluées par toutes les activités domestiques, c'est-à-dire à la maison. On peut y distinguer :

- Les eaux grises : il s'agit des eaux de douche et de cuisine. Elles contiennent généralement chargées de graisses, de tensioactifs (savons, lessive), de solvants, de restes alimentaires, etc.
- Les eaux noires : il s'agit des eaux des toilettes. Elles sont composées de matières fécales, d'urine et de papier

## **CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

Dans un projet d'assainissement d'une zone, il est facile d'estimer la pollution de ces eaux domestiques dès que l'on connaît le nombre d'habitants. En effet, il existe des abaques qui donnent la pollution journalière produite par personne.[9]

### ***II.2.4 Les eaux usées industrielles***

Evidemment, il s'agit des eaux polluées par les industriels.

Leurs caractéristiques sont très variables puisque la pollution produite dépend de l'activité de l'usine :

- Agroalimentaire
- Métallurgie
- Papeterie
- Pétrochimie
- Textile
- etc.

Ainsi on peut y retrouver des hydrocarbures, des composés organiques, des graisses, des micropolluants, des métaux lourds, etc...

### ***II.2.5 Les eaux agricoles***

Ce sont les eaux issues d'une utilisation faite en agriculture. Ce ne sont pas les premières eaux auxquelles on pense quand on parle d'assainissement, alors qu'elles représentent une grande majorité : en effet 70% de l'eau tirée du milieu naturel est consommée à des fins agricoles l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

En exemple d'eaux usées agricoles, l'on peut citer :[9]

- Les eaux blanches de laiterie
- Les eaux de fumier
- Les eaux de drainage
- etc.

### ***II.2.6 Les eaux pluviales et de ruissellement***

Les eaux de pluie contiennent des impuretés. En effet, Elles peuvent être polluées par la pollution de l'air (exemple : pluies acides). De plus, une fois qu'elles touchent les toits et sols, elles ruissellent et emportent avec elles ce qu'elles croisent. Ainsi elles peuvent dégrader la qualité des cours d'eau. [9].

## **II.3 Caractéristiques des eaux usées**

## **CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

Les eaux usées possèdent des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques :

### ***II.3.1 Paramètres physiques***

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

### **II.3. 2 Température**

La température est à la fois un facteur écologique et physiologique. Ainsi, elle agit sur la conductivité, solubilité des sels, détermination de pH et l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Parallèlement, elle agit sur le métabolisme et la croissance des microorganismes vivant dans l'eau.

### **II.3. 3 Conductivité**

La conductivité électrique permet d'avoir une idée concise de la salinité de l'eau mesurée. Une conductivité élevée traduit soit des pH peu ordinaires, soit une salinité élevée. Le résultat est exprimé en siemens par mètre (S/m). [10]

### **II.3. 4 Turbidité**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. [10]

### **II.3. 5 Matières en suspension (MES)**

Elles représentent tout élément en suspension dans l'eau (ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal) dont la taille permet sa rétention sur un filtre de porosité donnée. Les MES sont liées à la turbidité de l'eau (mesure du trouble de l'eau) et marquent le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

On estime que 30% de MES sont organiques et 70% sont minérales. Ainsi, les matières volatiles en suspension (MVS) représentent la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS en (mg/l). Cependant, les matières minérales (MMS) représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire l'extrait sec constitué à la fois par MES et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

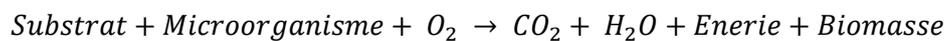
---

### II.4 Paramètres chimiques

#### II.4.1 Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> représente la quantité d'oxygène nécessaire à la minéralisation de composés organiques biodégradables contenus dans un échantillon d'eau, par voie biochimique, c'est à-dire par oxydation chimique par des microorganismes aérobies. Elle permet de mesurer, dans un effluent complexe, la quantité de matières organiques biodégradables.

La minéralisation est un processus lent et nécessite en moyenne 20 à 28 jours, la DBO ultime ou DBO<sub>21</sub> ou DBO<sub>28</sub>. On mesure alors par convention la quantité d'oxygène consommée au bout de cinq jours à 20°C et à l'obscurité. La DBO est présentée selon la réaction suivante [11] :



Eq 1

#### II.4.2 Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique des matières oxydables, biodégradables ou non, organiques ou minérales présentes dans les eaux à l'aide du dichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/l. La valeur de la DCO est généralement :

- DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines.
- DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires.
- DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO<sub>5</sub> et la DCO est donnée par l'équation suivante [11] :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3 \quad \text{Eq 2}$$

#### II.4.3 Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH représente la concentration des ions H<sup>+</sup> dans l'eau et doit être, moyennement neutre [6.5 - 8.5] pour permettre la croissance des microorganismes. Selon l'OMS, un pH au-delà de ces valeurs affecte la survie des micro-organismes aquatiques

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

### II.4.4 Azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH<sub>4</sub> :

$$\text{Azote Kjeldahl} = \text{Azote ammoniacal} + \text{Azote organique} \quad \text{Eq 3}$$

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux. L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH<sub>3</sub> et l'ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène. [11]

### II.4.5 Nitrites

Les ions nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et les ions nitratés (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène est la nitratisation.

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température. [11]

### II.4.6 Nitrates

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau.

Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates. [11]

### II.4.7 Phosphore

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l. Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement. Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation ; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore. [11]

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

### II.4.8 Métaux lourds

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. [11]

### II.4.9 Biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. Cette biodégradabilité est exprimée comme suit par le coefficient K. [11]

*Tableau II-1 : Coefficient de Biodégradabilité [11]*

Coefficient K = (DCO/DBO <sub>5</sub> )	Mode de traitement
<b>K=1</b>	Pollution totalement biodégradable
<b>1&lt;K&lt;1.6</b>	Épuration biologique très possible
<b>1.6&lt;K&lt;3.2</b>	Traitement biologique + traitement physico-chimique
<b>K&gt;3.2</b>	Traitement biologique impossible

### Conclusion

La mauvaise qualité de l'eau est souvent le résultat d'une utilisation humaine, qu'elle soit domestique, industrielle ou agricole ; c'est de là que provient son appellation. Ces eaux se caractérisent par la présence de polluants tels que les matières en suspension, qui réduisent la durée de vie des organismes photosynthétiques et entraînent la sédimentation et l'érosion des cours d'eau.

La présence d'organismes dans ces eaux diminue la quantité d'oxygène dissous, ce qui altère ou détruit la vie aquatique normale. Les effets néfastes de l'azote et du phosphore vont de l'eutrophisation des milieux récepteurs à d'autres conséquences graves. Afin de préserver les écosystèmes, des méthodes de traitement sont appliquées aux eaux usées collectées dans les réseaux d'égouts urbains. Elles sont acheminées vers les stations d'épuration et subissent différentes étapes de traitement.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

### II.5 Partie II : Procédés de la station d'épuration

#### I.3.2 Introduction

Le traitement des eaux usées est une installation qui permet de traiter les eaux sanitaires, de cuisine et de nettoyage pourriture provenant de divers édifices.



*Figure II-1 : La station d'épuration*

#### II.5.2 Principe de la station d'épuration

Le processus implique de procéder à un traitement biologique, à savoir la boue activée, qui est spécifique à chaque type de bactérie. Comme nous, les humains ont besoin de nourriture telle que la viande, les végétaux, etc., tout comme les bactéries ont besoin de nourriture telle que l'urine, les excréments et l'air pour survivre.

L'écoulement de l'urine et de l'excrément n'est pas contrôlable, mais nous pouvons gérer le volume d'air requis pour nourrir les bactéries. Afin d'y parvenir, il est essentiel de garantir un volume d'air adéquat et de le surveiller attentivement. [12]

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

### II.5.3 Les procédés d'épuration des eaux usées

D'abord, les eaux usées issues des bâtiments sont dirigées vers un puisard équipé de deux pompes afin de les acheminer vers un ballon égalisateur. Elles sont ensuite acheminées vers deux ballons d'aération grâce à deux pompes et à un régulateur de débit. Les ballons d'aération contiennent des diffuseurs qui permettent l'aération des eaux usées avant de les rediriger vers le réservoir de décantation. Dans le réservoir de décantation, le mélange est décanté, les particules solides étant récupérées au fond du bassin. Par la suite, ces particules solides sont transportées par l'air vers le ballon d'aération. Si les solides volatils (SV) dépassent le seuil de 60%, ils sont dirigés vers le ballon de retour de boue.

On procède au séchage à l'air de la boue récupérée dans le bassin. Dans le même temps, on déplace l'eau récupérée vers le bassin d'égaliseur pour un traitement complémentaire. Les matériaux secs sont récoltés afin de les charger à l'issue dans un camion. [12]

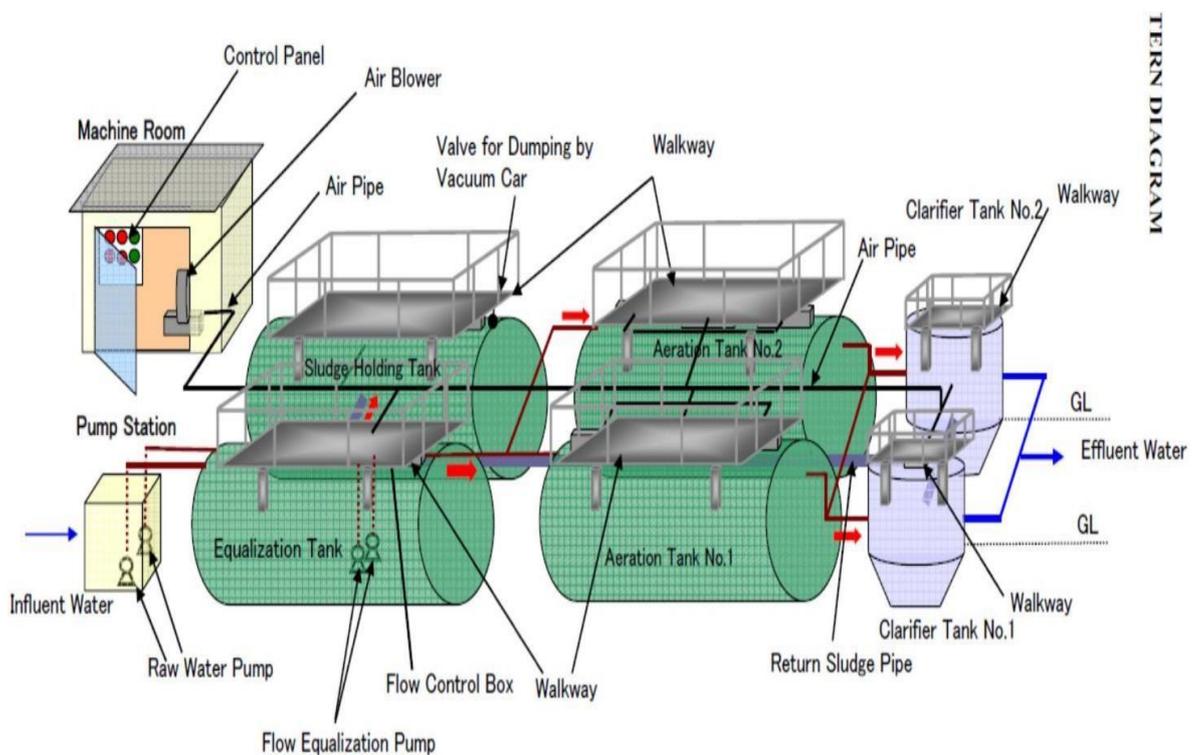


Figure II-2 : Schéma montrant les différents composants de la station d'épuration [13]

**CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

**II.5.4 Les équipements composant l'unité de traitement des eaux usées**

*Tableau II-2 : Les différents dispositifs de la STEP*

<b>02 puits (un puits d'eaux sanitaire et un puits d'eau traité)</b>	<b>Le premier puit : accumulation des eaux sanitaires</b> <b>Le deuxième puit : canalisation des eaux traitées</b>
<b>01 ballon de stabilisation</b>	Egalisation du débit des eaux usées
<b>02 ballons d'aération</b>	Adsorption des polluants organiques
<b>02 ballons de décantation</b>	Séparation des diverses phases
<b>01 ballon de maintient</b>	Ballon de retour de boue
<b>01 boite de contrôle de débit</b>	Mesure et réglage du débit au ballon d'aération par ajustage de la porte de contrôle

**II.5.5 Fonctionnement de la station d'épuration**

➤ **Ballon égalisateur**

Le ballon égalisateur a pour objectif principal d'équilibrer les variations du débit des eaux usées qui se produisent chaque jour. Chaque fois, le débit des eaux usées varie. Deux (02) diffuseurs sont installés au fond du bassin pour assurer l'aération. Pour préparer le milieu. Ce ballon est composé de :

- ◆ 02 pompes de stabilisation de débit
- ◆ 02 diffuseurs d'air avec deux vannes V-1, V-2.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

### ➤ *Boîte de contrôle de débit*

Située en haut du ballon égalisateur, la boîte de contrôle de débit sert à mesurer et à ajuster le débit du ballon d'aération en ajustant la porte de contrôle. La plaque de débit de mesure.



*Figure II-3 : Le ballon d'égalisation*

### ➤ *Ballon d'aération*

On charge l'eau usée provenant du ballon égalisateur dans le ballon d'aération, ce qui favorise l'adsorption des polluants organiques. Une phase d'oxydation biologique est ensuite suivie, où les micro-organismes utilisent l'oxygène pour transformer les substances organiques dissoutes en oxyde de carbone, eau et de nouveaux micro-organismes par adsorption. L'air comprimé fourni par les diffuseurs situés au fond des ballons permet d'aérer l'eau usée. Une fois aéré, le mélange se déplace par gravité vers le ballon clarificateur à travers le tuyau de transfert.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---



*Figure II-4 : Le ballon d'aération n°01*

### ➤ *Diffuseur*

Il sera nécessaire d'utiliser des diffuseurs d'air de type submergé avec des bulles d'air fines moyennes. Des tuyaux à air sous pression relient les diffuseurs d'air au tuyau de livraison d'air, qui est articulé par des raccords union avec une vanne de contrôle d'air. On peut retirer le diffuseur d'air afin de le nettoyer et de le vérifier. La continuité de l'aération est garantie par les trois (03) diffuseurs placés au fond du bassin. L'air crée une turbulence qui mélange les bactéries avec la matière organique. Ainsi, l'air ajouté apporte l'oxygène et le mélange nécessaires pour maintenir les bactéries et la matière organique en suspension, ce qui les maintient en contact permanent.

À ce moment-là, on garantit une période de rétention suffisante (une durée de séjour de la biomasse suffisamment longue) afin de permettre aux bactéries de consommer (oxyder)

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

la matière organique en transformant le carbone en  $\text{CO}_2$  et l'azote en nitrates (la nitrification), ce qui permet l'extraction de la DBO et de l'ammoniac.

### ➤ *Ballon clarificateur*

Le ballon clarificateur est chargé d'un mélange de boue activée et d'eau traitée à travers le puits central. La boue activée est généralement destinée à se fixer et à revenir au ballon d'aération par le biais de la pompe de retour de boue. On recueille et décharge le liquide clair obtenu dans la fosse d'effluent. On retire régulièrement l'excédent de la boue activée vers le ballon de maintien de la boue afin de faciliter une digestion supplémentaire par aération. Afin de maintenir un stock de bactéries constant et adéquat dans les bassins de boues activées, les boues décantées sont rapidement retirées du fond du clarificateur et renvoyées vers le ballon d'aération.



*Figure II-5 : Le ballon de clarification*

### ➤ *Ballon de maintien de la boue*

Ce ballon contient la boue épaissie, tandis que l'eau intermédiaire est renvoyée au ballon égalisateur par le biais du tuyau de soutirage intermédiaire. Lorsque du ballon

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

clarificateur est retiré une quantité excessive de boue, l'écume est conservée à la surface du ballon de maintien de la boue et regroupée pour la décharge.



**Figure II-6** : Le ballon de maintien de la boue

### II.6 Contrôle des effluents liquides

#### II.6.1 Demande biochimique en oxygène (DBO)

##### II.6.1.1 Signification

La quantité de dioxygène requise par les micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau est connue sous le nom de DBO. Il s'agit donc d'une éventuelle consommation biologique de dioxygène. Ce paramètre est un indicateur fiable de la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans une eau (toute matière organique biodégradable polluante entraînera une consommation d'O<sub>2</sub>) lors des procédés d'autoépuration. [14]

##### ➤ Principe

On mesure la DBO après 5 jours (=DBO<sub>5</sub>), à une température de 20°C (qui favorise l'activité des micro-organismes consommateurs d'O<sub>2</sub>) et dans l'obscurité (pour éviter toute photosynthèse parasite). Il est essentiel d'avoir deux échantillons : le premier est utilisé pour

## **CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

mesurer la concentration initiale en  $O_2$ , tandis que le second est utilisé pour mesurer la concentration résiduaire en  $O_2$  après 5 jours. La différence entre ces deux concentrations est la  $DBO_5$ . Les mesures seront réalisées à partir d'un échantillon identique et le deuxième échantillon sera conservé pendant 5 jours dans l'obscurité et à  $20^\circ C$ .

Afin de mesurer la totalité de la demande, l' $O_2$  ne doit pas devenir facteur limitant de l'activité microbienne. En effet une eau abandonnée à elle-même dans un flacon fermé consommera rapidement le dioxygène dissous : il faut donc s'assurer au préalable que ce dioxygène suffira largement à la consommation des micro-organismes.

On utilise pour cela la méthode des dilutions, ou l'échantillon à doser est dilué dans une quantité d'eau telle qu'à l'issue de la mesure le taux d' $O_2$  résiduel reste supérieur à 50% du taux initial. Une quantité réduite du mélange micro-organismes + substrat est ainsi mis à disposition du dioxygène d'un important volume d'eau dépourvu de demande propre. [14]

### ***II.6.2 Demande chimique en oxygène (DCO)***

#### **II.6.2.1 Signification**

La DCO permet de déterminer la quantité de matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, en se basant sur la quantité d'oxygène requise pour leur oxydation chimique complète. [15]

##### **➤ Principe**

La mesure du résidu de réactifs après 2 h permet d'évaluer la quantité d'oxygène (en mg /l) utilisée par les réactions d'oxydation. L'oxydation se produit à chaud, dans un milieu acide, lorsque l'oxydant est excessif. [15]

### ***II.6.3 Matières en suspension (MES)***

Selon la norme NFT-90105, les matières en suspension (M.E.S.), qui sont exprimées en milligrammes par litre, sont mesurées par pesée après filtration ou centrifugation et séchage à  $105^\circ C$ . Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante dont la mise en œuvre fait partie intégrante du mode opératoire.

La centrifugation est spécifiquement utilisée lorsque les méthodes de filtration ne sont pas réalisables en raison d'un risque élevé de colmatage des filtres. Les M.E.S. sont composés de : [16]

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

### ➤ *Les matières décantables*

Elles désignent les M.E.S. qui se reposent pendant une période traditionnellement fixée à 2 heures. Le décantant mesure directement le volume occupé au fond d'un cône de décantation en utilisant des mesures en cm<sup>3</sup>/l pour les matières décantables.

### ➤ *Les matières colloïdales*

Elles illustrent la distinction entre les matériaux électroniques et les matières dégradables. Les particules correspondantes ont une taille approximative de 10<sup>-8</sup> à 10<sup>-2</sup> mm. En outre, les substances en suspension se composent de matières minérales et de matières organiques, également appelées matières volatiles en suspension (M.V.S.). Une méthode pour évaluer les matières organiques est l'essai de calcination à 525°C (norme NF-T-90-029), mais elle ne peut être très précise car le traitement thermique de l'échantillon testé entraîne toujours une décomposition simultanée, partielle ou totale, de certains sels minéraux tels que les bicarbonates, les chlorures et les nitrates. [16]

### ➤ *Le volume des boues de solides volatils (SV)*

La quantité de boues activées est évaluée en utilisant une méthode simple et pratique qui consiste à placer de l'eau dans le réservoir d'aération dans le cylindre de désordre et à laisser reposer pendant un certain temps. Après une durée de 30 minutes, la boue activée est jetée dans le fond du cylindre de turbulence.

Dans une certaine mesure, cette valeur doit être modifiée en fonction de l'état de précipitation ou de la qualité des boues. Ainsi, il est défini comme un élément de test à vérifier une fois par mois dans toutes les usines de boues en service. Il est important de souligner que la vitesse de décantation des boues est employée afin de déterminer l'indice de volume des boues, l'indice de densité des boues ou le taux de retour des boues, etc. Lorsque le volume de boue est mesuré, l'échantillon est prélevé dans le bassin d'aération. Analyser les valeurs SV pendant une période de 5 minutes et de 30 minutes. [16]

## **CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées**

---

### **Conclusion**

À l'heure actuelle, la problématique de la pollution de l'eau est devenue essentielle, nécessitant une purification adéquate pour prévenir les effets dévastateurs des déchets contaminés qui mettent en péril les écosystèmes aquatiques. Cette démarche revêt une importance capitale dans la sauvegarde des ressources en eau, vitales pour la vie et la préservation de la biodiversité. Ainsi, la mise en place de mesures de traitement des eaux usées est devenue impérative pour garantir un environnement aquatique sain et durable pour les générations actuelles et futures.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

### II.7 Partie III : Analyses et méthodes

#### II.7.1 Introduction

Le suivi de la pollution des eaux usées lors du processus d'épuration est possible grâce aux analyses des eaux. Elles jouent un rôle essentiel dans l'évaluation de l'efficacité des traitements et évaluent la qualité de l'eau avant et après l'épuration.

#### II.7.2 Laboratoire

Le laboratoire occupe une place essentielle dans une usine de production comme le Complexe GP2/Z. Il a pour mission de garantir le bon fonctionnement des unités de production en effectuant des analyses quotidiennes de la qualité des produits reçus, traités et finis, ainsi que de fournir des certificats de qualité lors des chargements des produits finis.

Le laboratoire est composé de 04 équipes de quart assurant une rotation en 2×12 et d'une équipe en journée normale. Les différents produits analysés ce sont :

- Les gaz : GPL brut, propane et butane commerciaux.
- Les huiles industrielles.
- Les eaux usées.



*Figure II-7. : Entrée de laboratoire*

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---



*Figure II-8 : les différents dispositifs*

### ➤ *Echantillonnage*

L'échantillonnage vise principalement à obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément à analyser (eau, matériau, boue, gaz, réactif...). Il est nécessaire de prélever de l'eau dans des bouteilles particulièrement propres et de la rincer à plusieurs reprises avec l'eau à examiner, à moins que la bouteille, provenant du laboratoire, ne contienne un agent chimique : par exemple un déchlorant (bactériologie) ou un acide conservateur (métaux), etc.

Le prélèvement d'échantillons est une opération essentielle où sa qualité est déterminante pour la fiabilité des résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée.

Le prélèvement doit être :

- Effectué de manière à garantir la représentativité de l'échantillon.
- Conditionné de manière à préserver son intégrité, cela signifie qu'il faut éviter toute contamination ou dégradation de l'échantillon.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

- Le transport doit être effectué dans des conditions appropriées pour garantir la conservation de l'échantillon.

### II.7.1.1. Paramètres étudiés

#### ➤ *Le potentiel d'hydrogène pH*

La concentration en  $H_3O^+$  peut être utilisée pour mesurer l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse, pour simplifier. Pour rendre cette expression plus simple, on emploie le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion  $H^+$ .

Dans la station d'épuration étudiée le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre qui affiche les valeurs directement après l'immersion d'une électrode spécifique de pH dans l'échantillon.[17]

$$pH = \log 1/[H^+] \quad EQ 4$$



Figure II-9 : pH-mètre

#### ➤ *La température*

La température joue un rôle essentiel dans l'écosystème aquatique, avec des conséquences importantes sur la vie aquatique, en particulier en raison de la pollution thermique.

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

Son influence est cruciale dans les processus biologiques de nitrification et dénitrification, ainsi que dans la solubilité des sels et des gaz. Les conditions optimales pour la nitrification se situent entre 28 et 32 °C, mais cette activité diminue significativement à des températures comprises entre 12 et 15 °C, s'arrêtant complètement en dessous de 5 °C. [17]

### ➤ Détermination de DCO (Norme appliquée : ISO 15705)

La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du (bichromate de potassium) à 148°C. Elle est exprimée en mg d'O<sub>2</sub>/L



#### ○ Mode opératoire

- ◆ Chauffer le thermostat à 148°C
- ◆ Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène ➤ Pipeter dans le **Test** en cuve avec précaution :
  - Valeur à blanc du réactif : 2ml eau distillée
  - Cuve d'analyse : 2ml échantillon homogénéisé
- ◆ Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci puis retourner plusieurs fois
- ◆ Mettre la cuve dans le thermostat chauffer à 148°C pendant 2h
- ◆ Sortir la cuve chaude et la laisser refroidir à environ 60°C puis retourner 2 à 3 fois
- ◆ Laisser refroidir à température ambiante
- ◆ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve
- ◆ Insérer le blanc dans le porte-cuve
- ◆ Retirer la référence

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

- ◆ Insérer la cuve de l'échantillon dans le compartiment pour cuve
- ◆ Mesurer

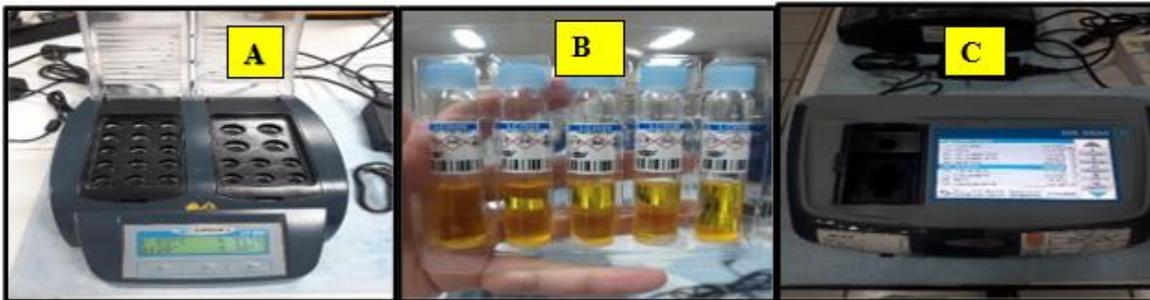


Figure II-10 :A) Thermostat ; B) Tube de réactif LCI 500 ; C) Spectrophotomètre

### ➤ *Détermination de DBO<sub>5</sub>*

La DBO<sub>5</sub> est la mesure de la quantité d'oxygène consommée par les bactéries pour la destruction de la matière organique, au bout de 5 jours d'incubation à 20°C à l'obscurité.

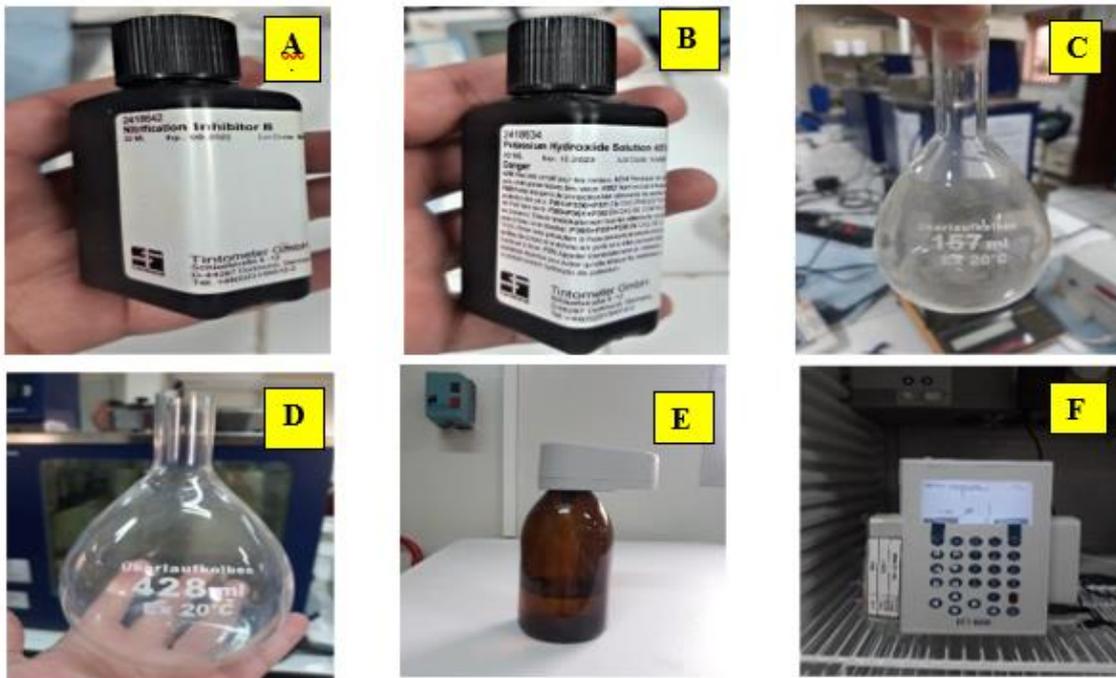
[17]

#### ○ **Mode opératoire :**

- ◆ Contrôler le pH optimal entre 6.5 et 7.5
- ◆ Mesurer la quantité d'échantillon
- ◆ **Entrée de station :** Le volume d'échantillonnage est de 157 ml
  - Ajouter 5 gouttes d'inhibiteur de nitrification
  - Fermer le bouchon noir en caoutchouc
  - Ajouter 3 gouttes de KOH
- ◆ **Sortir de station :** Le volume d'échantillonnage est de 428 ml
  - Ajouter 10 gouttes d'inhibiteur de nitrification

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

- Fermer le bouchon noir en caoutchouc
- Ajouter 3 gouttes de KOH
- ◆ Fermer la bouteille marronne en verre en utilisant la tête
- ◆ Placer la bouteille dans le DBO mètre
- ◆ L'écran affiche démarrer séries mesures
- ◆ Cliquer sur la flèche droite
- ◆ Choisir le poste de mesure
- ◆ Cliquer sur la flèche allant en bas
- ◆ Choisir la plage de mesure en cliquant sur la flèche gauche ou droite
- ◆ Cliquer sur F2 deux fois



**Figure II-11 :** A) Réactif de KOH; B) Nitrificateur; C) Fiole jaugée 157 ml D) Fiole jaugée 428 ml ; E) Bouteille maronne ; F) DBOmètre

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

### ➤ *Détermination d'AZOTE TOTAL (Norme appliquée :ISO 11905) Azote total*

L'azote total comprend l'ensemble des formes azotées, aussi bien minérales qu'organiques.

#### ○ **Azote Kjeldahl**

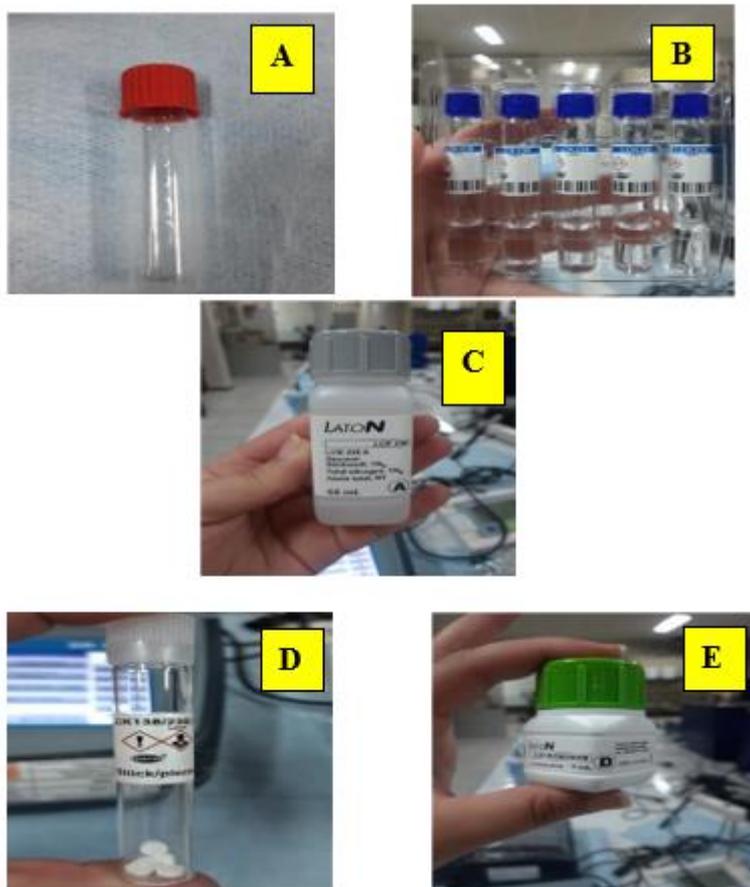
L'azote Kjeldahl correspond à celui qui se trouve sous la forme de composés azotés organiques et d'ammonium. L'azote organique est minéralisé sous forme de sulfate d'ammonium par l'action conjuguée de l'acide sulfurique et de catalyseurs de minéralisation. [17]

#### ○ **Mode opératoire :**

- ◆ Doser à la suite ; consécutivement dans une éprouvette sèche :
  - 0.5 ml d'échantillon+ 2 ml de solution A+ 1 tablette B
- ◆ Fermer immédiatement et ne pas mélanger
- ◆ Chauffer directement 30 min à 120°C
- ◆ Refroidir et secouer énergiquement 2 à 3 fois
- ◆ Pipeter lentement dans le **Test** en cuve (Le Dosicap Zip) 0.5 ml d'échantillon désagrégé
- ◆ Pipeter 0.2 ml de solution D
- ◆ Fermer la cuve et mélanger le contenu en le retournant 2 à 3 fois de suite jusqu'à qu'aucune dépôt ou agrégat ne soit observable
- ◆ Attendre 15 min
- ◆ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve
- ◆ Mesurer

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---



**Figure II-12 :** A) Cuve ; B) Tube de réactif LCK 238 ; C) : Réactif de solution ; D) Tablette B ; E) Réactif de solution

➤ **Détermination de NITRITE (Norme appliquée : ISO26777)**

Le dosage des nitrites se fait par la détermination photométrique à l'aide de l'acide sulfanilamide et de la N-(1-naphtyl) -éthylène-diamine

○ **Mode opératoire**

- ◆ Enlever délicatement la feuille de protection du (Doxicap Zip)
- ◆ Dévisser le Doxicap Zip
- ◆ Pipeter 2 ml d'échantillon dans la cuve
- ◆ Visser immédiatement le Doxicap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut (bouchon en inverse)
- ◆ Secouer énergiquement 2 à 3 fois jusqu'à dissolution du lyophilisat
- ◆ Attendre 10 min

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

- ◆ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.



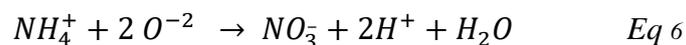
*Figure II-13 : Tube de réactif LCK 341*

### ➤ Détermination de NITRATE (Norme appliquée : ISO 7890)

La nitrification joue un rôle important dans l'épuration biologique, afin d'éliminer l'azote des eaux usées. L'azote se rencontre dans les eaux usées généralement sous la forme Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) ou lié aux composés organiques. L'azote organique est transformé en ammonium lorsque ces composés sont épuisés. La transformation de l'ammonium en nitrate (nitrification) produit notamment 2 espèces bactériennes :

- ◆ Nitrosomonas spp est la 1<sup>re</sup> étape : transformation de l'ammonium en nitrites ( $\text{NO}_2$ )
- ◆ Nitrobacter spp est la 2<sup>de</sup> étape : transformation de nitrites en nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

L'équation de transformation complète de l'ammonium en nitrate est :



#### ○ Mode opératoire

- ◆ Pipeter soigneusement 1.0 ml d'échantillon
- ◆ Pipeter délicatement 0.2 ml de la solution A
- ◆ Fermer la cuve et retourner plusieurs fois jusqu'à ce que le mélange soit complet
- ◆ Laisser reposer 15 min puis nettoyer l'extérieur de la cuve
- ◆ Mesurer

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

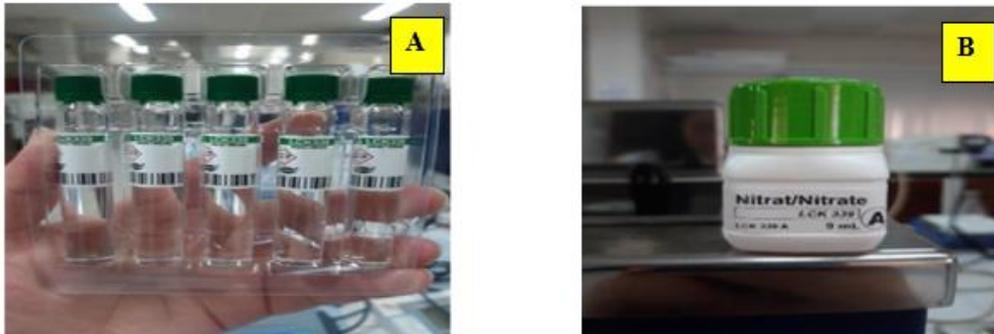


Figure II-14 : A) Tube de réactif LCK 339 ; B) Réactif de solution A

### ➤ Détermination de matière en suspension

Les MES sont des particules en suspension dans l'eau, d'origine organique ou minérale. Elles se divisent en 2 groupes : Les matières volatiles en suspension (MVS) représentent la fraction organique des matières en suspension. Les matières minérales (MM), c'est la différence entre les MES et MVS ; elles représentent donc le résidu de la calcination et correspondent à la présence des sels silices, poussières par exemple. [17]

$$MES \left( \frac{mg}{L} \right) = MM \left( \frac{mg}{L} \right) + MVS \left( \frac{mg}{L} \right) \quad Eq 7$$

#### ○ Mode opératoire

- ◆ Démarrer l'appareil de spectrophotomètre
- ◆ Appuyer sur programme favoris
- ◆ Sélectionner la méthode 360 (suspended solids)
- ◆ Remplir une cuve carrée jusqu'au trait de 10 ml avec de l'eau distillée
- ◆ Remplir dans une autre cuve carrée 10 ml de l'échantillon
- ◆ Essuyer l'extérieur de la cuve contenant le blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite
- ◆ Sélectionner sur l'écran « Zéro »
- ◆ Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la gauche

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---

- ◆ Mesurer (les résultats sont indiqués en mg/l). [18]

### ➤ *Détermination de phosphate total (Norme appliquée : ISO6878)*

La concentration de  $\text{PO}_4$  (phosphate) est toujours exprimée en termes de teneur en phosphore du phosphate. Cela signifie que le résultat affiché sous la forme  $\text{PO}_4\text{P}$ .

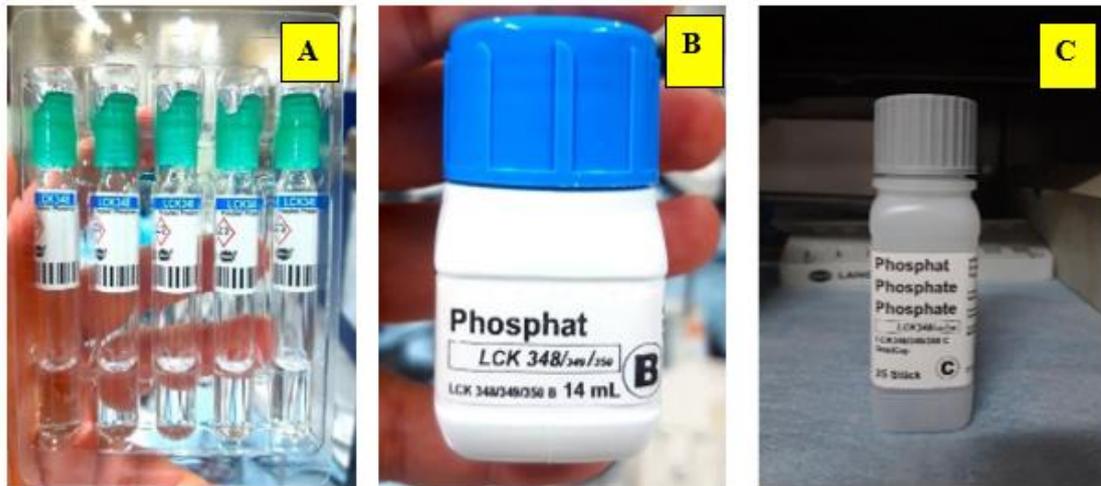
C'est principalement le phosphore total (P total, P total) qui est détecté. Le résultat de votre détermination du phosphore total peut s'exprimer en :  $\text{mg/L P total} = \text{affichage mg/L PO}_4\text{P}$   
 $\text{mg/L PO}_4$

#### ○ **Mode opératoire**

- ◆ Chauffer le thermostat à 120°C
- ◆ Enlever délicatement la feuille de protection Do Sicap Zip
- ◆ Dévisser le Do Sicap Zip
- ◆ Pipeter 0.5 ml d'échantillon dans la cuve
- ◆ Visser le Do Sicap Zip fermement en dirigeant le cannetage vers le haut (bouchon inverse)
- ◆ Secouer 2 à 3 fois puis mettre la cuve dans le thermostat pendant 30 min
- ◆ Laisser refroidir à température ambiante et retourner plusieurs fois
- ◆ Pipeter dans la cuve 0.2 ml de réactif B
- ◆ Visser un Do Sicap Zip C gris sur la cuve
- ◆ Mélanger bien le contenu en le retournant 2 à 3 fois de suite
- ◆ Attendre 10 min et mélanger de nouveau
- ◆ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---



*Figure II-15 : A) : Tube de réactif LCK348 ; B) : Réactif de solution B  
C) Réactif de solution*

### ➤ *Analyse en cuivre (CAT 1418899)*

- ◆ Démarrer l'appareil de spectrophotomètre et choisir un programme favori
- ◆ Démarrer le programme (135 Copper, Bicin)
- ◆ Utiliser deux flacons de 10 ml qui portent le même numéro de référence
- ◆ Prendre 10 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer
- ◆ Ajouter un sachet de réactif de cuivre
- ◆ Mixer bien le mélange puis verser dans la cuve carrée
- ◆ Laisser reposer 30 min à température ambiante
- ◆ Préparer le blanc de l'échantillon
- ◆ Essuyer bien les deux flacons
- ◆ Déposer le blanc dans la cellule de l'appareil
- ◆ Etalonner l'appareil à Zéro
- ◆ Déposer la cuve de l'échantillon préparé
- ◆ Mesurer

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---



**Figure II-16 :** A) Erlenmeyer ; B) Sachet de réactif de cuivre CAT ;C) : Cuve carrée

### ➤ Analyse en fer total (CAT 103769)

- ◆ Démarrer l'appareil de spectrophotomètre et choisir un programme favori
- ◆ Démarrer le programme (255 Iron., Ferrus)
- ◆ Utiliser deux flacons de 10 ml qui portent le même numéro de référence
- ◆ Préparer le blanc de l'échantillon et prendre 10 ml
- ◆ Dans une éprouvette prendre 25 ml de l'échantillon
- ◆ Ajouter un sachet de réactif de fer
- ◆ Mixer le mélange
- ◆ Laisser reposer le mélange pendant 3 min
- ◆ Essuyer bien les deux flacons
- ◆ Déposer le blanc dans la cellule de l'appareil
- ◆ Etalonner l'appareil à Zéro, l'écran affiche 0.00 mg/l Fe<sup>2+</sup>
- ◆ Déposer la cuve de l'échantillon préparé
- ◆ Mesurer

## CHAPITRE II: Généralités sur les eaux usées et la description du laboratoire et les analyses effectuées

---



*Figure II-17 : A) Eprouvette ; B) Sachet de réactif de fer CAT 1037769*

### **Conclusion**

Il est crucial d'effectuer des analyses physico-chimiques à la STEP de GP2 Z afin d'évaluer l'efficacité de la station et d'obtenir une vision globale de l'efficacité de chaque processus de procédé.

### **CHAPITRE III: Résultats et discussions**

---

## CHAPITRE III: Résultats et discussions

Dans cette étape de l'étude, nous exposons les résultats des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds des eaux usées traitées. Ces résultats sont ensuite comparés aux normes recommandées par le JORA (Journal Officiel de la République Algérienne) afin d'évaluer l'efficacité du traitement par boues activées au sein de la station d'épuration. Les paramètres de pollution ont été analysés pendant une période de six mois à la sortie de la station d'épuration au cours de l'année 2023

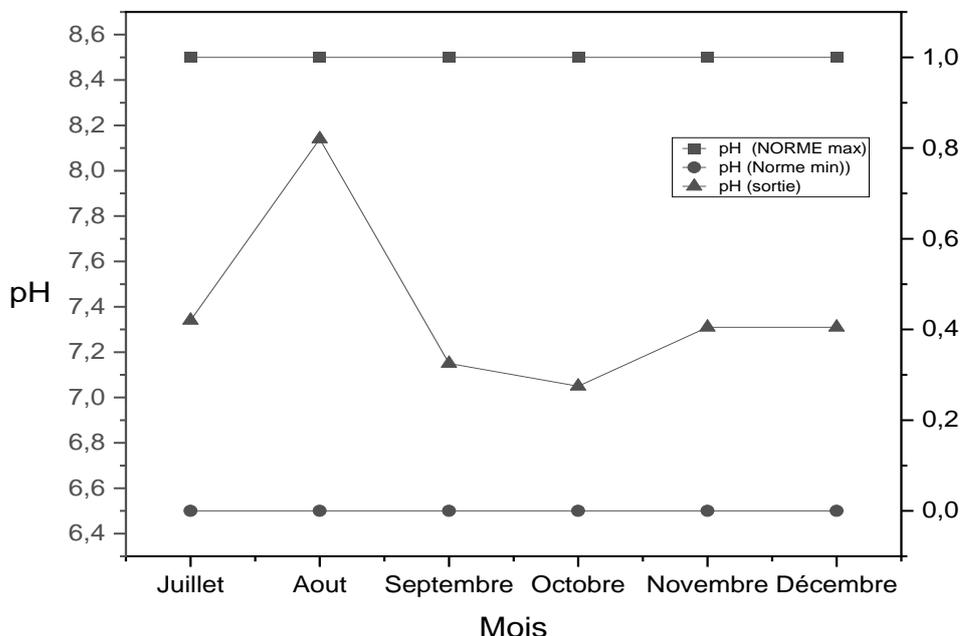
### III.1 Résultats d'analyses physico-chimiques

Tous les résultats relatifs à la qualité de l'eau à la sortie de la station d'épuration des eaux usées sont regroupés dans ce tableau.

*Tableau III-1 : Valeurs mensuelles mesurées des paramètres physico-chimiques dans les eaux usées épurées*

Paramètre à vérifier	Spécifications selon la Norme décret Exécutif n° 06-141	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
pH	6.5 – 8.5	7.34	8.14	7.15	7.05	7.31	7.31
Température	30 °C max	31.4	21.2	26.4	24.1	23.9	19.3
DBO <sub>5</sub>	40 mg/L	32	59.04	60	57.06	42	41
DCO	130 mg/L	26	35	40	70	25	26
M.E.S	40 mg/L	20	10	5	9	8	19
Phosphore Total	15 mg/L	2.98	3.62	0.935	3.97	2.07	0.821
Azote kjeldahl Total	40 mg/L	10.1	9	29.4	13.36	14.18	10.32
Fer	5 mg/L	0.02	0.19	0.05	0.08	0.152	0.04
Cuivre	1 mg/L	0.02	0.15	0.02	0.06	0.03	0.03

## III.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)

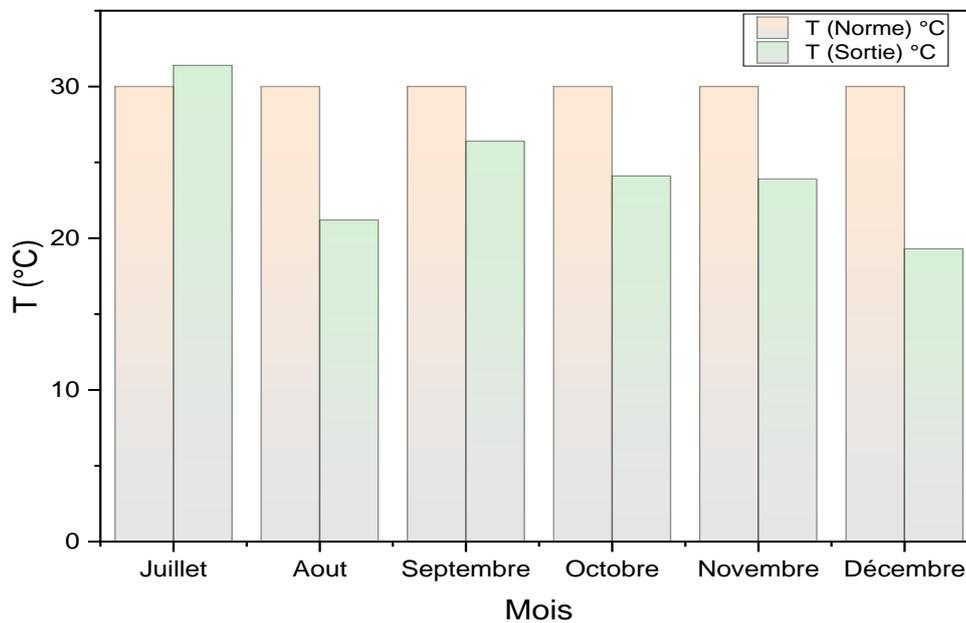


\*

**Figure III-1 :** Les mesures de pH dans les eaux usées épurées ont été effectuées de manière mensuelle

La nature des microorganismes est un facteur déterminant du pH de l'eau. Un pH compris entre 6,5 et 8,5 est considéré comme idéal pour assurer la survie des micro-organismes présents dans les bassins d'aération. La mesure du pH des eaux usées permet d'évaluer leur niveau d'acidité ou d'alcalinité. Les résultats obtenus chaque mois se situent dans la plage recommandée, ce qui témoigne de la qualité globalement satisfaisante de l'équilibre acido-basique de l'eau.

### III.1.2 Température

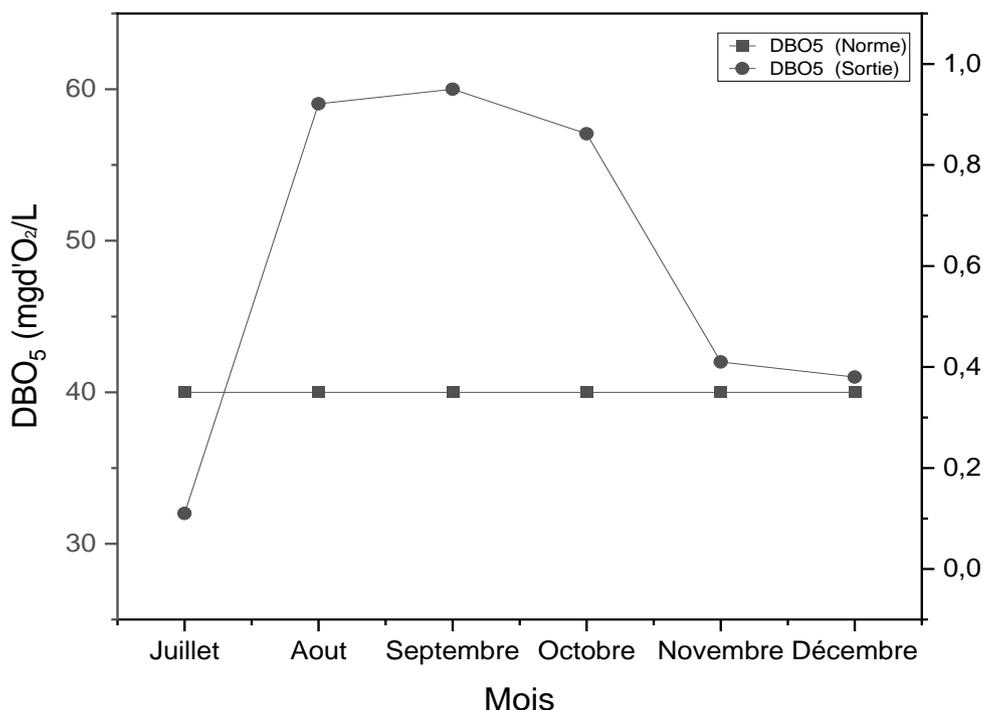


**Figure III-2** : Valeurs mensuelles mesurées de température dans les eaux usées

Au cours du suivi de la qualité des eaux usées, les valeurs de température enregistrées varient

entre 19,3°C et 31,4°C. On observe une légère augmentation pendant le mois de juillet, en raison des conditions climatiques extérieures. Cette variation témoigne de l'influence des facteurs environnementaux sur la température de l'eau et souligne l'importance de surveiller de près ce paramètre dans le cadre de la gestion des eaux usées.

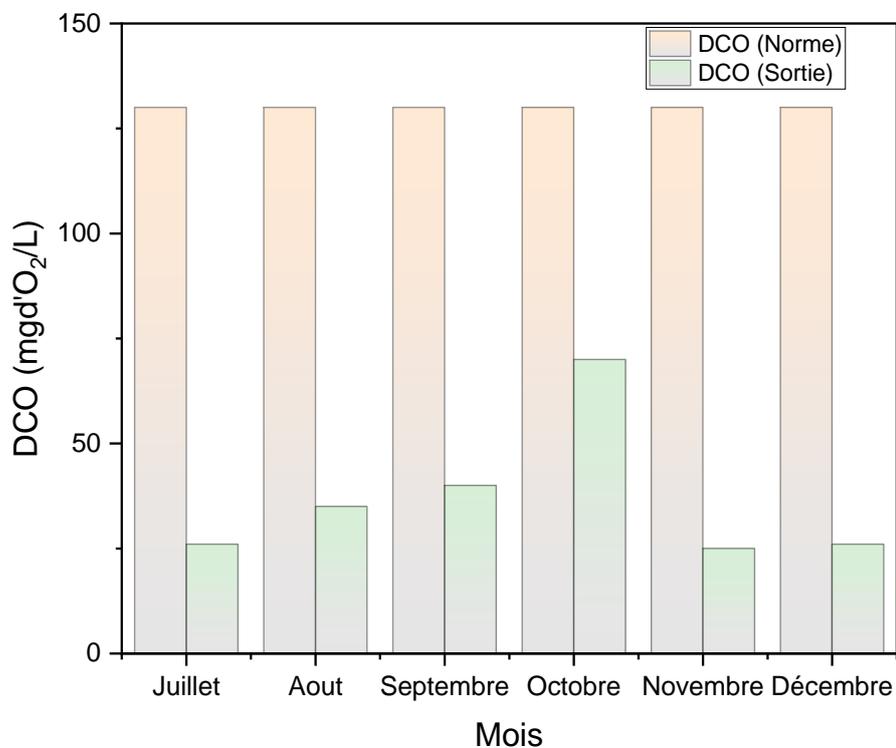
### III.1.3 Demande Biologique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)



**Figure III-3 :** Valeurs mensuelles enregistrées de la DBO<sub>5</sub> dans des eaux usées épurées

La mesure de la DBO<sub>5</sub> est largement employée pour surveiller la pollution et suivre la pollution organique des eaux usées urbaines. La valeur en Septembre est plus élevée, ce qui suggère une charge organique plus importante à ce moment-là. Les données recueillies révèlent des valeurs oscillantes entre 38 et 42 mg d'O<sub>2</sub>/l, démontrant ainsi que la concentration en oxygène dissous à la sortie non conforme aux normes de rejet des eaux usées épurées.

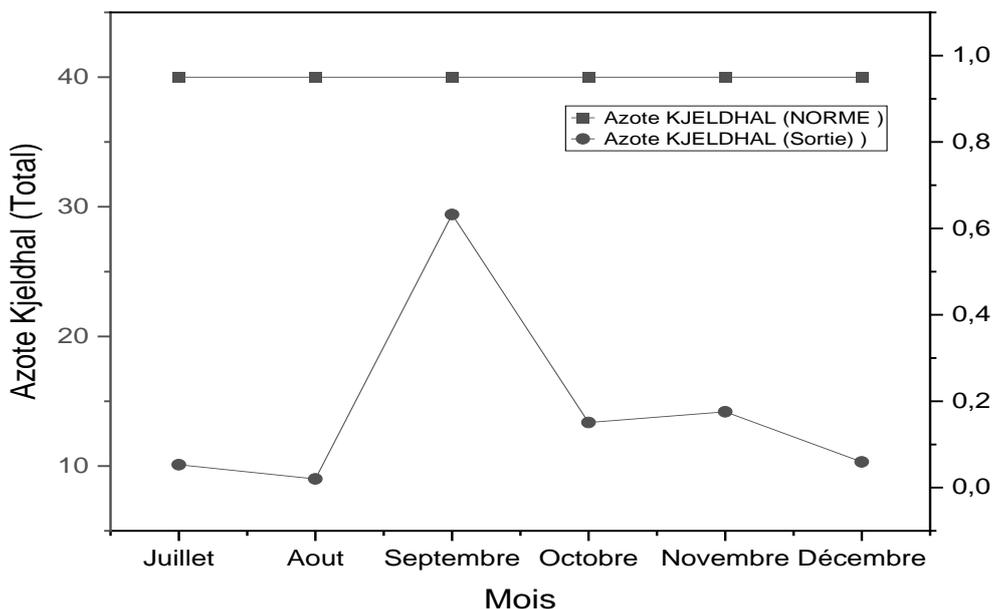
### III.1.4 Demande Chimique en oxygène (DCO)



**Figure III-4** : Les mesures mensuelles des valeurs de DCO ont été enregistrées dans les eaux usées traitées.

La concentration en oxygène dissous est étroitement liée à la température. À mesure que la température augmente, la concentration en oxygène diminue en raison de sa solubilité réduite [19], mais aussi en raison de la demande accrue des bactéries en pleine croissance. Les résultats obtenus confirment que les valeurs respectent les normes algériennes en vigueur.

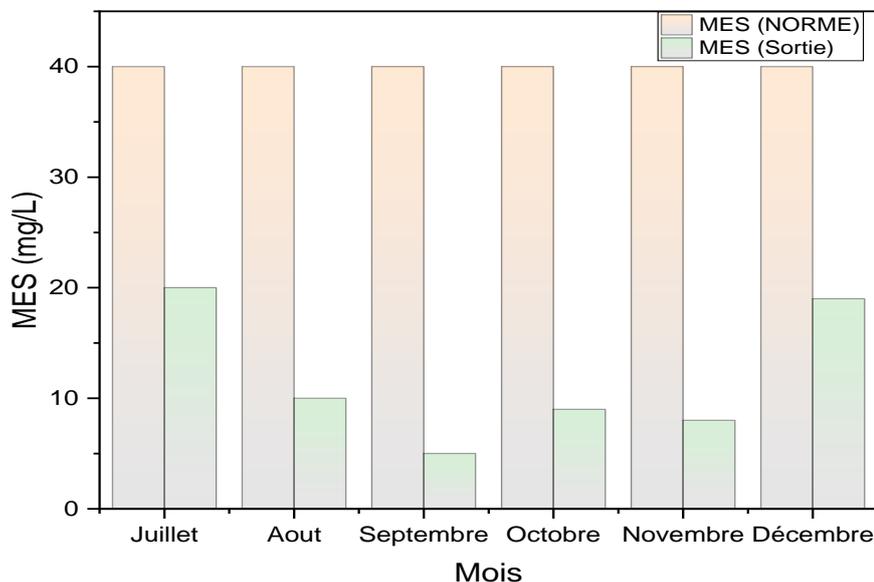
### III.1.5 Azote KJELDHAL TOTAL



**Figure III-5 :** Les mesures mensuelles des valeurs de L'azote Kjeldahl total ont été enregistrées dans les eaux usées traitées.

La nitrification conduit à la conversion de l'ammoniac en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), qui est ensuite rapidement transformé en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) par des bactéries en présence d'oxygène. Les taux d'élimination de l'ammoniac varient de 9 à 29,4 mg/l d'un mois à l'autre. La réduction de la concentration totale en azote à la sortie de la station d'épuration est due à l'efficacité du traitement biologique, qui permet d'éliminer les différentes formes d'azote.

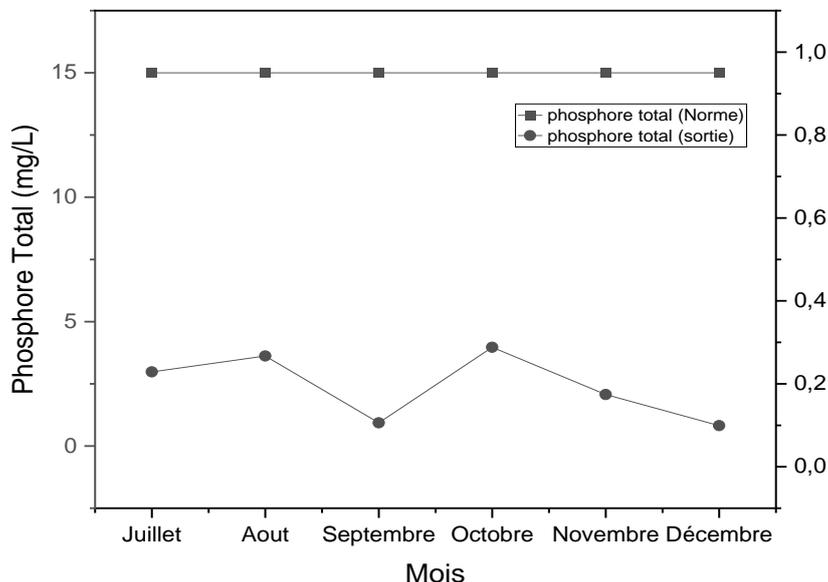
### III.1.6 Matières en suspension (MES)



**Figure III-6:** Les mesures mensuelles des valeurs de matières en suspensions ont été enregistrées dans les eaux usées traitées.

De manière remarquable, la totalité des matières en suspension est éliminée dans les clarificateurs, démontrant ainsi l'efficacité de ces équipements et la capacité des boues à se décanter. Par conséquent, il est possible d'affirmer que l'élimination des matières en suspension au sein de la Station d'épuration des eaux usées GP2Z est extrêmement performante. Le rendement moyen observé au cours de la période d'étude s'élève à 12,5 mg/l, ce qui atteste de la conformité des résultats obtenus aux normes réglementaires.

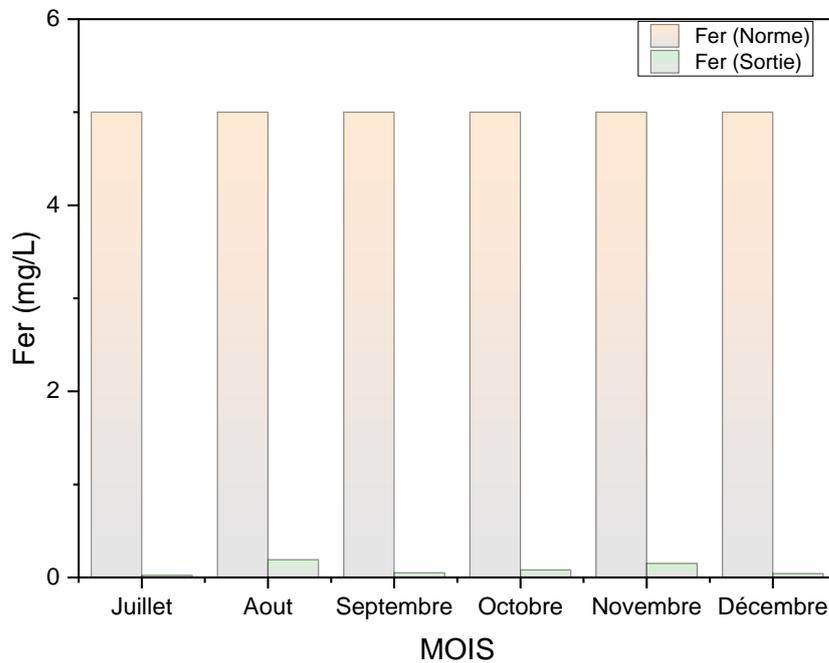
### I.3.2 Phosphore Total



**Figure III-7 : Les mesures mensuelles des valeurs de phosphore total ont été enregistrées dans les eaux usées traitées.**

Les eaux usées à l'état brut se caractérisent par des niveaux réduits d'ortho phosphate. Après leur traitement, les concentrations dans les eaux épurées présentent une plage variée entre 0,821 mg/l et 3,97 mg/l. Il est essentiel de souligner que ces valeurs respectent strictement les normes nationales et internationales, qui imposent une limite maximale de 15 mg/l. Cette observation démontre clairement l'efficacité du processus de traitement des eaux usées pour maintenir des niveaux d'ortho phosphate bien en dessous des seuils réglementaires établis.

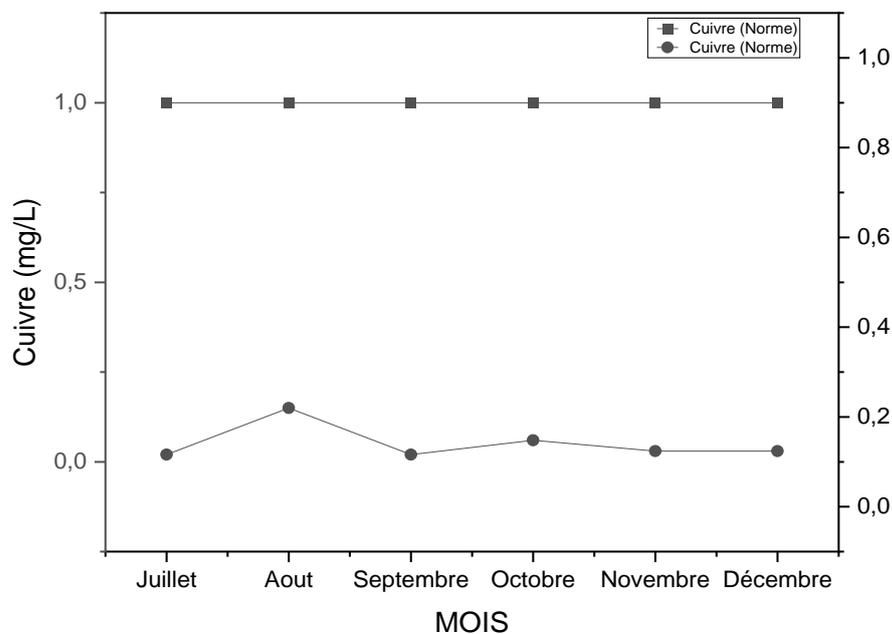
### III.1.8 Fer



**Figure III-8** : Les mesures mensuelles des valeurs de Fer ont été enregistrées dans les eaux usées traitées.

D'après les résultats obtenus, il est observé que les concentrations de fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) oscillent entre 0,02 mg/l et 0,19 mg/l, avec une moyenne de 0,1 mg/l, dans les échantillons d'eau usée traitée. Ces valeurs se situent largement en dessous de la norme établie à 5 mg/l, ce qui confirme la conformité des résultats.

### III.1.9 Cuivre



**Figure III-9 :** Les mesures mensuelles des valeurs de Cuivre ont été enregistrées dans les eaux usées traitées.

Il est à noter que la concentration de cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) varie entre 0,02 mg/l et 0,15 mg/l. Ces valeurs de l'eau épurée restent conformes à la norme de rejet fixée à 1 mg/l. En milieu basique, les métaux lourds (fer, cuivre, etc.) précipitent et s'accumulent principalement dans la phase solide (boues). L'analyse de ces boues permet ainsi d'obtenir une vue d'ensemble des déversements en métaux lourds qui ont eu lieu, tant en nature qu'en quantité. Les résultats des analyses des métaux lourds ont montré que tous les paramètres mesurés présentent des valeurs inférieures aux limites recommandées par le Journal Officiel de la République algérienne (JORA), 2006 pour la réutilisation des eaux épurées.

## **CHAPITRE III:        Résultats et discussions**

---

### **Conclusion**

Grâce à la mise en place de ces mesures, il est indéniable que le processus de traitement des eaux usées à la station d'épuration (STEP) de GP2Z est performant. Ces actions permettent de réduire de manière significative le risque sanitaire, le maintenant à un niveau très satisfaisant.

**CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux  
épurées pour l'irrigation**

---

## **CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation**

---

En Algérie, malgré les efforts déployés par l'État pour promouvoir le développement de la réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation agricole, le pays accuse un retard dans cette pratique selon les experts. Actuellement, seulement 11 000 hectares de terres agricoles sur un total de 1,3 million d'hectares irrigués utilisent des eaux traitées. La réutilisation des eaux usées épurées (REUE) est considérée comme une action stratégique dans le cadre du développement durable en Algérie, avec une approche sociale, économique et environnementale. Face à la demande croissante en eau, principalement due à l'agriculture qui consomme plus de 60% de la production d'eau et des eaux souterraines, la réutilisation des eaux usées épurées est devenue un axe majeur de la politique nationale des ressources en eau. Le projet de réutilisation des eaux usées traitées a été lancé au début des années 2000, avec la création de l'ONA en 2001 pour superviser la protection de l'environnement à l'échelle nationale. La mobilisation vers des ressources en eau non conventionnelles, telles que les eaux usées traitées, est devenue une nécessité étant donné que la plupart des ressources en eau douce du pays sont déjà exploitées.

### **IV.1 Situation de l'irrigation en Algérie**

En Algérie, où les ressources en eau sont limitées, l'agriculture représente le plus gros utilisateur d'eau. En 2006, 900 000 hectares, soit 10,5% de la Surface Agricole Utile (SAU), étaient irrigués, principalement avec des eaux souterraines (78%) et des eaux superficielles (13%). La gestion des périmètres irrigués s'améliore progressivement avec la supervision de l'Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID). L'extension des surfaces irriguées en petites et moyennes hydrauliques (PMH), bien qu'encourageante pour le développement agricole, entraîne une augmentation significative des forages individuels et une surexploitation dangereuse de certaines nappes souterraines, en raison de la faible tarification de l'eau agricole. Les exploitations agricoles irriguées se divisent en deux types : les grands périmètres irrigués (GPI) gérés par l'État, irrigués par des barrages et des forages principalement dans le nord, et les petites et moyennes hydrauliques (PMH) constituées de périmètres plus petits et de productions privées. Les GPI couvrent environ 200 000 hectares, où l'arboriculture prédomine (64,6%), suivie du maraîchage (28,5%), des cultures industrielles (6,1%), et le reste est consacré aux céréales et aux fourrages.

## **CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation**

---

### **IV.2 Objectifs de la réutilisation des eaux usées en Algérie**

La réutilisation des eaux usées vise principalement à économiser de l'eau potable pour les besoins en eau potable de la population, réduisant ainsi la pression sur les nappes tout en soutenant l'agriculture. Elle contribue à la protection de l'environnement en produisant des quantités supplémentaires d'eau pour divers usages, comblant les déficits hydriques et offrant des sources alternatives pour l'irrigation agricole. De plus, le traitement des eaux usées génère des boues biologiques riches en nutriments, pouvant servir d'amendement pour les sols. La réutilisation des eaux usées traitées dans la stratégie nationale est cruciale pour répondre aux besoins croissants en eau, tout en préservant les ressources en eau de qualité pour la consommation humaine. L'Algérie doit continuer à investir dans l'assainissement et le traitement des eaux usées, afin de valoriser cette ressource qui pourrait jouer un rôle significatif dans le développement agricole et industriel du pays. Cependant, ce développement doit être guidé par une approche équilibrée prenant en compte les aspects sanitaires, environnementaux et économiques. En Algérie, l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation offrirait une ressource durable, valoriserait les sols avec les nutriments contenus dans les eaux usées, et soutiendrait le développement agricole à court, moyen et long terme

### **IV.3 La réutilisation des eaux usées et l'agriculture**

L'agriculture représente la plus grande consommatrice d'eau, avec 70% de l'eau douce utilisée, tandis que l'industrie en utilise 20% et l'eau potable représente 10%. Pour répondre aux besoins alimentaires croissants, il est nécessaire de chercher d'autres sources d'eau. La superficie irriguée devrait augmenter de 33% d'ici 2010 et de 53% d'ici 2025, ce qui pourrait affecter l'eau potable. La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) peut améliorer l'efficacité de l'agriculture et favoriser une gestion durable de l'eau. Ses avantages incluent la préservation des ressources en eau douce, une allocation plus rationnelle de l'eau, et la prévention de la pollution des eaux de surface. En 2019, l'Algérie a utilisé 12 325 269 m<sup>3</sup> d'eaux usées traitées pour irriguer 11045 hectares de terres agricoles, représentant un taux de réutilisation des eaux usées épurées (REUE) de 31%. En 2020, sur les 154 stations de traitement des eaux usées exploitées par l'Office National de l'Assainissement (ONA), 16 stations sont impliquées dans la réutilisation des eaux usées en agriculture, et ce nombre devrait passer à 20.

## CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation

---

### IV.4 Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation

**Salinité** Dans la plupart des pays, l'eau utilisée pour l'approvisionnement des collectivités est celle ayant la meilleure qualité disponible et elle est habituellement de faible salinité. Cependant, en conditions de pénurie en eau, la salinité peut être un problème. III.5.2

**Alcalinité** L'augmentation de l'alcalinité du sol, qui peut se produire avec l'eau usée traitée en cas de concentration élevée en Na, réduit la perméabilité du sol, particulièrement en surface.

### IV.4.5 L'irrigation par les eaux usées épurées

Les eaux usées sont utilisées pour irriguer les terres en raison de la forte demande en eau, de la disponibilité des eaux usées, de l'augmentation de la productivité que les nutriments ajoutés et de la matière organique apportée et de la possibilité de semer toute l'année. Les eaux usées sont utilisées pour irriguer sous des nombreuses formes. Il peut être utilisé comme traité (eau récupérée) ou non traité (eaux usées brutes).

### IV.4.6 Les risques liés à la réutilisation agricole des eaux épurées

Bien que la réutilisation agricole des eaux épurées puisse offrir des avantages en termes de gestion des ressources en eau, elle comporte également certains risques qui doivent être pris en compte. Voici quelques-uns des principaux risques associés à la réutilisation agricole des eaux épurées :

#### ➤ Risques sanitaires

L'un des principaux risques est la présence potentielle de contaminants dans les eaux épurées. Même après le traitement, des micro-organismes pathogènes, des produits chimiques résiduels ou des métaux lourds pourraient subsister. Cela peut poser des risques pour la santé humaine si les cultures irriguées entrent en contact direct avec les eaux contaminées ou si des légumes et des fruits non lavés sont consommés.

## CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation

---

### I.3.2 Accumulation de contaminants dans le sol

L'utilisation continue d'eaux épurées peut entraîner une accumulation de certains contaminants dans le sol, en particulier s'il y a des éléments toxiques dans l'eau épurée. Cela peut affecter la qualité des sols et la santé des plantes.

Impacts sur la qualité des cultures : Certains contaminants présents dans les eaux épurées peuvent avoir des effets néfastes sur la croissance et la qualité des cultures. Cela pourrait influencer la productivité agricole et la qualité des produits cultivés.

- Risques pour l'environnement : Le rejet d'eaux épurées dans l'environnement, s'il n'est pas correctement géré, peut avoir des conséquences sur les écosystèmes aquatiques. Des contaminants résiduels peuvent atteindre les cours d'eau locaux, affectant la faune et la flore.
- Problèmes de salinité : Dans certaines régions, les eaux épurées peuvent présenter des niveaux élevés de sels, ce qui peut entraîner des problèmes de salinité dans le sol. Une salinité excessive peut endommager les cultures et réduire la fertilité du sol.
- Résistance aux antibiotiques : Les eaux usées peuvent contenir des résidus d'antibiotiques provenant de l'utilisation humaine et vétérinaire. L'irrigation avec de telles eaux peut contribuer à la résistance aux antibiotiques dans les bactéries présentes dans le sol.
- Problèmes socio-économiques : La perception du public et des consommateurs peut constituer un risque, car l'utilisation d'eaux épurées pour l'irrigation agricole peut susciter des préoccupations en matière de sécurité sanitaire des aliments, même si les normes sont respectées. Pour minimiser ces risques, il est essentiel de mettre en œuvre des pratiques de gestion appropriées, telles que des normes strictes de traitement des eaux usées, des réglementations adéquates, une surveillance continue de la qualité de l'eau et une sensibilisation accrue des parties prenantes. Les avantages et les risques doivent être évalués au cas par cas, en tenant compte des conditions locales et des pratiques agricoles spécifiques.
- Le risque microbiologique : Dans le cas de l'agriculture, les micro-organismes pathogènes des animaux ne peuvent ni pénétrer ni survivre à l'intérieur des plantes. Les

## CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation

---

micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante créent un environnement frais, humide (évaporation) et à l'abri du soleil. Il peut donc y avoir une contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. Les pathogènes survivent plus longtemps sur le sol que sur les plantes

La protection du consommateur : passe par une réglementation de la qualité sanitaire des eaux utilisées pour l'irrigation. D'autre part, la qualité bactériologique dépend des cultures pratiquées. Pour certaines, un niveau de < 100 bactéries coliformes sera acceptable. Pour d'autres, ce niveau pourra descendre à moins de 100 / 100 ml, nécessitant ainsi une désinfection de l'eau. ➤ Cultures légumières : Presque tous les cas d'épidémies cités concernent la consommation de végétaux crus et l'utilisation d'eaux résiduaires brutes, de matière de vidange ou de boues brutes. Compte tenu de l'efficacité des traitements d'épuration et de la désinfection, l'utilisation des eaux résiduaires sur des végétaux à consommer crus est inacceptable, quel que soit le stade de traitement. Des cas de contaminations fécales par l'intermédiaire de produits végétaux arrosés par des eaux usées brutes ont déjà été mis en évidence.

### ➤ Le risque chimique

Il est lié aux éléments traces. La seule voie de contamination préoccupante pour les éléments traces est la consommation des plantes cultivées, dans lesquelles ils s'accumulent. L'accumulation des micropolluants dans les plantes est plus problématique, quoique certains de ces micropolluants soient d'intérêt en tant que facteurs de croissance des végétaux. Le compromis entre le risque sanitaire et l'intérêt agronomique doit être trouvé.

### ➤ Le risque environnemental

L'utilisation d'eau usée peut avoir également des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Les principaux dangers pour l'environnement associés à l'eau usée sont : ➤ L'introduction des produits chimiques dans des écosystèmes sensibles (principalement Le sol, l'eau et les plantes). ➤ La propagation des microorganismes pathogènes. III.8 Impact sur l'agriculture : L'utilisation des eaux usées épurées (EUE) pour l'irrigation entraîne des changements significatifs dans la composition ionique du sol. On observe une augmentation notable des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , accompagnée d'une diminution du calcium. Cela suggère un échange ionique entre les agrégats du sol et les ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , et  $\text{Mg}^{2+}$ .

## CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation

---

Les concentrations de sulfates et de bicarbonates dans les EUE ne présentent pas de risques pour la nappe phréatique. Cependant, la formation de précipités de carbonates de calcium ou de magnésium peut augmenter la salinité du sol, ce qui nécessite une attention particulière lors de l'irrigation avec des EUE.

### ➤ Impact sur le sol

La majorité des agriculteurs, estimés de 86%, n'a pas constaté d'effets néfastes par l'utilisation des eaux usées épurées. D'autres ont constaté que les eaux usées épurées produisent des effets néfastes sur les sols par la salinisation et l'eutrophisation respectivement par 9% et 5% des exploitants enquêtés. Le phénomène d'eutrophisation sur les sols est visible par la couleur verte, indice de microflore où la biomasse s'intensifie suite à l'apport des eaux usées épurées.

### ➤ Impact sur les cultures

L'irrigation avec les eaux usées épurées fournit aux plantes en plus de l'eau des amendements organiques et des éléments fertilisants. 71% des agriculteurs ont remarqué qu'il y a un accroissement notable des végétaux irrigués par les eaux épurées par rapport à ceux irrigués par les eaux conventionnelles. Le reste des exploitants disent le contraire, et signalent un effet néfaste de ralentissement de la croissance et de chlorose. Toutefois, notre enquête n'a pas dévoilé des troubles sanitaires comme les maladies à transmission hydrique chez les exploitants par l'usage des eaux usées épurées.

### IV.5 Situation actuelle des eaux usées et leur réutilisation

En Algérie, les eaux usées constituent une part importante de la disponibilité totale d'eau, avec un volume annuel estimé entre 700 et 750 millions de m<sup>3</sup>, dont plus de 550 millions de m<sup>3</sup> proviennent des zones urbaines de plus de 50 000 habitants. Les capacités de traitement s'élèvent à près de 7 millions d'équivalents habitants, avec un débit nominal quotidien dépassant un million de m<sup>3</sup>. Selon le Ministère des Ressources en Eau (MRE), plus de 160 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées ont été traitées en 2013, couvrant une population d'environ 20 millions d'habitants.

## CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation

---

### IV.6 Les normes de réutilisation des eaux usées épurées

Selon l'ONA : La norme Algérienne N°17683 « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physicochimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR.

Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable. Tout raccordement avec une canalisation transportant de l'eau potable est interdit. ➤ **ISO 16075-1 :2015**, Lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées traitées en irrigation – Partie 1 : Les bases d'un projet de réutilisation en irrigation, qui contient des lignes directrices pour l'ensemble des éléments d'un projet fondé sur l'utilisation des eaux usées traitées à des fins d'irrigation. ➤ **ISO 16075-2 :2015**, Lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées traitées en irrigation – Partie 2 : Développement du projet, qui couvre des questions telles que les critères relatifs à la conception et les spécifications concernant la qualité. ➤ **ISO 16075-3 : 2015**, Lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées traitées en irrigation – Partie 3 : Éléments d'un projet de réutilisation en irrigation, qui couvre les éléments d'un projet nécessaires pour l'utilisation des eaux usées traitées à des fins d'irrigation.

#### ➤ Normes et cadre législatif

La législation en Algérie qui traite la réutilisation des eaux épurées conformément au décret N° 07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités

de concession d'utilisation des eaux épurées à des fins agricoles et l'Arrêté interministériel du 02/01/2012 fixant les spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation. Les textes législatifs sont donnés à partir : Du décret N° 07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux épurées à des fins agricoles. Arrêté interministériel du 02/01/2012 fixant les spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation

## CHAPITRE IV: Réutilisations des eaux épurées pour l'irrigation

Tableau IV-1 : Normes de réutilisation des eaux usées épurés

Paramètres	Unité	NORMES		
		FAO(1985)	OMS(1989)	JORA(2012)
pH	-	6.5 – 8.4		6.5 -8.5
Cel	ds/m	<0.7 aucune restriction 0.7-3.0 restriction légère à modérée		3
MES	Mg/L	<30		30
DCO	Mgd'O <sub>2</sub> /L	<40		90
DBO <sub>5</sub>	Mg/L	<10		30
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mg/L	50		30
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Mg/L	<1		Non disponible
NH <sub>4</sub>	Mg/L	<2		Non disponible
PO <sub>4</sub>	Mg/L	<0.94		Non disponible

### Conclusion

La réutilisation des eaux usées traitées en Algérie pour l'irrigation offre une solution prometteuse aux défis de disponibilité en eau et de sécurité alimentaire. En exploitant cette ressource alternative, l'Algérie peut réduire sa dépendance aux eaux douces et préserver ses sources d'eau conventionnelles. Cependant, des défis subsistent, notamment l'adoption de technologies de traitement avancées, le renforcement des capacités institutionnelles et l'engagement des parties prenantes. Des politiques et réglementations claires sont également nécessaires pour garantir la protection de la santé publique et de l'environnement. En consolidant ces efforts, l'Algérie peut pleinement exploiter le potentiel de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire, à la durabilité environnementale et au développement économique du pays.

## ***CONCLUSION***

---

## *Conclusion*

---

L'étude que nous exposons vise à évaluer l'efficacité du processus de traitement biologique par boues activées appliqué à la station d'épuration des eaux usées de GP2Z. Cette évaluation est entreprise dans le but de déterminer la viabilité de réutiliser ces eaux traitées à des fins agricoles et dans le but de préserver les écosystèmes naturels récepteurs.

L'évaluation de l'efficacité de la station de traitement (STEP) concernant l'élimination de la matière organique, exprimée en termes de MES, DBO<sub>5</sub> et DCO, démontre qu'elle assure une élimination satisfaisante de cette matière organique. Ce résultat contribue à garantir une qualité d'épuration adéquate dans le système de traitement des eaux usées de la station.

L'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation représente une solution prometteuse pour relever les défis liés à la disponibilité en eau. En tirant parti de cette ressource alternative, l'Algérie peut réduire sa dépendance aux eaux douces et protéger ses sources d'eau conventionnelles.

Cependant, des obstacles persistent, tels que l'adoption de technologies de traitement avancées, le renforcement des capacités institutionnelles et l'implication des parties prenantes. Il est également essentiel d'établir des politiques et des réglementations claires pour garantir la protection de la santé publique et de l'environnement.

***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

---

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

- [1] : **HASSIBA BOUABDESSELAM, ABDELKRIM LIAZID, YUCEF BOUZIDI.** La politique environnementale en Algérie : réalités et perspectives. Environnement, Ingénierie & Développement, 2005, N°38 - 2ème Trimestre 2005
- [2] : la tribune, quotidien national, a fait un lare eco au rapport sur l'environnement du cnes, le 29 octobre 1997 et le 3Novembre 1997
- [3] : **AHMED BOUYACOUB,** Les stratégies industrielle en ALGERIE en matière d'environnement et a des lieux et perspectives, Cahiers du CREAD n°45, 3ème trimestre 1998, pages 85100
- [4] : **BENZOHRA, BENREGREG,** Optimisation du de la protection du transformateur principale du GP2Z par un relais numérique, mémoire master, université M'HAMED BOUARA BOUMERDES, ANNEE 2022-2023
- [5] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sonatrach>
- [6] : **YETTOU Bouabdellah,** RAPPORT DE STAGE PRATIQUE EFFECTUE AU COMPLEXE GP2.Z année de formation 2015\_2018
- [7] : **FENZARI Maroua,** Rapport de stage Thème : Système de détection et d'extinction automatique au CO<sub>2</sub> destiné à la protection de la sous station 5,5 KV au complexe GP2/Z
- [8] : : **BENZOHRA Ramzi et BENREGREG Islam,** Mémoire Optimisation de la protection du transformateur principale du GP2z par un relais numérique, université abdelhamid ibn badis, 26/06/2018.
- [9] : <https://maji-solutions.com/fr/les-eaux-usees-definition/>
- [10] : **Hadjer MOULAI ARBI,** Thème VERIFICATION DES DIMENSIONS DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DU COMPLEXE GP1/Z, université abdelhamid ibn badis, 24/06/2018.
- [11] : **Mlle ABDERRAHIM,** Mémoire « Analyse physicochimique et microbiologique des eaux du lac de Reghaïa (W.Alger) après traitement par la station d'épuration de Reghaïa. »
- [12] : **KHOUIDMI FATIMA,** Impact environnemental de la station d'épuration des eaux usées urbaines de SalamandreMostaganem, UNIVERSITE ABDEL-HAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2019 /2020.
- [13] : Manuel technique de la STEP de complexe GP2Z

## ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

---

[14] : <https://www.actu-environnement.com> **Demande Biochimique en Oxygène (DBO) - Définition (actu-environnement.com)**

[15] : **M. driouch** , cours du module Traitements Physico-Chimique, Master 2, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 2024.

[16] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement\\_des\\_eaux\\_us%C3%A9es](https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_des_eaux_us%C3%A9es)

[17] : **OULDKHETTAB Kaouther et RADJAH dawya**, Thème Contrôle et le suivi des effluents liquides industriels au niveau du complexe SORFERT, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem,2019.

[18] : **Le livre de l'eau, Rodier**, deuxième édition, 2008.

[19] : **Waterman K. and R. Adami**. 2005. Accelerated aging: prediction of chemical stability of pharmaceuticals. *Int. J. Pharm.* 293:101-125]

[20] : **BOUZIDI Youssouf** ,Mémoire « Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie »

[21] : Thèse de doctorat sciences en hydraulique Etude des possibilités technico-économiques de la réutilisation des boues et des eaux usées urbaines traitées Salah KAREF Sous la direction de Mr. Ahmed KETTAB Professeur Présentée et soutenue publiquement le 27/11/2017

[22] : **CHARCHAR Nabil et GHERIB Abde Elfettah**, RESSOURCES HYDRIQUES : TRAITEMENT ET REUTILISATION DES EAUX USEES EN ALGERIE BOUCHAALA Laid, Division Biotechnologies et Environnement, Centre de Recherche en Biotechnologies (C.R.Bt), Constantine, Algérie

[21] : Thèse de doctorat sciences en hydraulique Etude des possibilités technico-économiques de la réutilisation des boues et des eaux usées urbaines traitées Salah KAREF Sous la direction de Mr. **Ahmed KETTAB** Professeur Présentée et soutenue publiquement le 27/11/2017

[22] : **CHARCHAR Nabil et GHERIB Abde Elfettah**, RESSOURCES HYDRIQUES : TRAITEMENT ET REUTILISATION DES EAUX USEES EN ALGERIE BOUCHAALA Laid, Division Biotechnologies et Environnement, Centre de Recherche en Biotechnologies (C.R.Bt), Constantine, Algérie