



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université d'Oran 02 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Géologie

MEMOIRE

pour l'obtention du diplôme de MASTER

en Hydrogéologie

Thème :

Contrôle de la qualité des eaux usées : Cas de la station d'épuration
(STEP) du complexe GP1/Z de Béthioua (région d'Arzew)

Soutenu publiquement le : 21/06/2023

Présenté par

Melle TAHRI Bouchra

Devant le jury composé de :

FOUKRACHE Mohamed	M.A.A	Univ. Oran 2	Président
MEBROUK-ZAIDI Naima	Professeur	Univ. Oran 2	Encadreur
ABLAOUI Halima	M.A.A	Univ. Oran 2	Examinatrice

Année : 2022-2023

Remerciements

Ce projet n'aurait pas abouti sans la bénédiction d'Allah, qui m'a donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail et qui a exaucé ma prière.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude envers madame MEBROUK-ZAIDI Naima, mon superviseur de mémoire, pour son soutien constant. Ses conseils précieux, ses corrections, ses commentaires constructifs et son engagement ont grandement contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Je suis également reconnaissante envers les membres du jury à savoir Mme ABLAOUI et M. FOUKRACHE qui ont consacré du temps pour examiner et évaluer ce travail.

Mes sincères remerciements à l'ensemble du personnel du complexe GP1/Z, en particulier Mme MOUILAH Wafaa et M. DJEBRI Omar. Leurs conseils et leurs disponibilités ont été d'une aide inestimable pour mener à bien cette recherche et d'approfondir mes connaissances dans le domaine.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance envers mes parents, ma famille et mes amis qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mes études. Leur amour, leurs encouragements et leurs conseils ont été d'une importance capitale pour moi.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont participé à cette recherche en fournissant des informations, des données ou en participant aux entretiens. Leur contribution a été essentielle pour la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité des processus de traitement des eaux usées du complexe GP1/Z pour réduire la pollution avant le rejet dans l'environnement marin.

Différentes techniques physico-chimiques et biologiques sont mises en œuvre afin de traiter les polluants organiques et inorganiques présents dans les eaux usées du complexe.

Pour pouvoir évaluer la qualité des eaux traitées à la sortie de la station d'épuration de GP1/Z, plusieurs paramètres ont été testés (T°, pH, DCO, DBO₅, etc.). Les résultats obtenus répondent aux normes réglementaires en vigueur, et suggèrent que notre station d'épuration remplit efficacement son rôle dans la préservation de l'environnement et de la santé publique en assurant la qualité de l'eau rejetée dans la mer.

Les mots clés : pollution, eaux usées, station d'épuration, normes réglementaires.

Abstract

The objective of this study is to evaluate the effectiveness of wastewater treatment processes of the GP1/Z complex in reducing pollution before discharge into the marine environment.

Different physico-chemical and biological techniques are implemented in order to treat the organic and inorganic pollutants present in the complex's wastewater.

To be able to assess the quality of wastewater at the outlet of the GP1/Z treatment plant, several parameters were tested (T°, pH, COD, BOD₅, etc.). The results obtained meet the regulatory standards in force, and suggest that our treatment plant effectively fulfills its role in preserving the environment and public health by ensuring the quality of the water discharged into the sea.

Keywords : pollution, wastewater, treatment plant, regulatory standards.

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de l'Oranie.....	12
Figure 2 : Situation du pôle industriel d'Arzew.....	13
Figure 3 : Variations des températures moyennes mensuelles à la station d'Arzew	15
Figure 4 : Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie à la station d'Arzew	16
Figure 5 : Précipitation saisonnières de la station d'Arzew (2002-2022).....	17
Figure 6 : Diagramme pluviothermique à la station d'Arzew (2002-2022).....	18
Figure 7 : Abaque d'indice d'aridité de De Martonne	19
Figure 8 : Abaque pluviométrique d'Emberger	20
Figure 9 : Schéma géologique du littoral Oranais.....	22
Figure 10 : Géologie de la région d'étude.....	24
Figure 11 : Réseau hydrographique de la baie d'Arzew	25
Figure 12 : Localisation des nappes dans la région d'Oran	26
Figure 13 : Unités de traitement des rejets liquides WWT phase I.....	28
Figure 14 : Dégrilleur.....	31
Figure 15 : Bassin de nitrification.....	33
Figure 16 : Bassin de dénitrification puis filtration	33
Figure 17 : Bassin Clarificateur	34
Figure 18 : Bassin de désinfection	35
Figure 19 : Unité Séchage des Boues.....	36
Figure 20 : Schéma synoptique de la station WWT phase I	37
Figure 21 : Station de déshuilage	38
Figure 22 : Appareil Multi 9630 IDS (T°, pH)	42
Figure 23 : Réacteur DCO.....	44
Figure 24 : Réacteur DBO.....	46
Figure 25 : Spectrophotomètre DR 5000 (MES, Fer, PO ₄ ³⁻)	49
Figure 26 : Solvant HORIBA.....	50

Figure 27 : Appareil HORRIBA OCMA 310	50
Figure 28 : Variation de température des eaux traitées.....	51
Figure 29 : Variation de pH des eaux traitées	52
Figure 30 : Variation de DCO des eaux traitées	53
Figure 31 : Variation de DBO ₅ des eaux traitées	54
Figure 32 : Rapport DCO/DBO ₅ des eaux traitées.....	55
Figure 33 : Variation de MES des eaux traitées.....	56
Figure 34 : Variation de Fer des eaux traitées.....	57
Figure 35 : Variation de PO ₄ ³⁻ des eaux traitées	58
Figure 36 : Variation des huiles et graisses des eaux traitées	59
Figure 37 : Variation des hydrocarbures des eaux traitées	60

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Normes de rejets des eaux usées dans un milieu récepteur	10
Tableau n°2 : Coordonnées de la station météorologique d'Arzew.....	13
Tableau n°3 : Températures moyennes mensuelles à la station d'Arzew (2002-2022)	14
Tableau n°4 : Précipitations annuelles de la station d'Arzew	16
Tableau n°5 : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations.....	16
Tableau n°6 : Variations saisonnières des précipitations à la station d'Arzew.....	17
Tableau n°7 : Températures et précipitations moyennes mensuelles.....	18
Tableau n°8 : Système de traitement au niveau du complexe GP1/Z	29
Tableau n°9 : Dimensionnement des ouvrages	30
Tableau n°10 : Volumes des échantillons en fonction de la gamme de DBO.....	45
Tableau n°11 : Température des eaux usées traitées.....	51
Tableau n°12 : Valeurs du pH des eaux usées traitées	52
Tableau n°13 : Résultats des analyses de DCO des eaux usées traitées.....	53
Tableau n°14 : Résultats des analyses de DBO ₅ des eaux usées traitées	54
Tableau n°15 : Résultats des analyses de DCO/DBO ₅ des eaux usées traitées.....	55

Tableau n°16 : Résultats des analyses de MES des eaux usées traitées.....	55
Tableau n°17 : Résultats des analyses du Fer dans les eaux usées traitées	56
Tableau n°18 : Résultats des analyses de PO_4^{3-} des eaux usées traitées	57
Tableau n°19 : Résultats des analyses des huiles et graisses des eaux usées traitées	58
Tableau n°20 : Résultats des analyses des hydrocarbures des eaux usées traitées.....	59

Liste des acronymes, abréviations et unités de mesure

g : gramme

L : Longueur

l : largeur

H : Hauteur

V : Volume

mg/l : milligramme par litre

m^3/j : mètre cube par jour

m/s : mètre par seconde

mS/cm : millisiemens par centimètre

μ S/cm : microsiemens par centimètre

S/m : Siemens par mètre

Mg d'O₂/l : Milligramme d'oxygène par litre

W.W.T: Waste Water Treatment

SH : SONATRACH

ONM : Office National de Météorologie.

ASTM : American Society for Testing Material

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

SPE : Société algérienne de Production de l'Electricité

RAS : Wasting of Solids

WAS : Return of Activated Sludge

ONA : Office National de l'Assainissement.

STEP : Station d'épuration

Sommaire

Remerciements	
Résumé	
Listes des figures	
Listes des tableaux	
Liste des acronymes, abréviations et unités de mesure	
Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées	
I.1. Définition des eaux usées	3
I.2. Origine des eaux usées	3
2.1. Eaux domestiques.....	3
2.2. Eaux pluviales.....	3
2.3. Eaux industrielles.....	4
I.3. Caractéristiques des eaux usées	4
I.3.1. Paramètres physiques	4
3.1.1. Température.....	4
3.1.2. Matières en Suspension (MES).....	4
I.3.2. Paramètres Organoleptiques	4
3.2.1. Couleur.....	4
3.2.2. Turbidité.....	5
I.3.3. Paramètres physico-chimiques	5
- Potentiel d'hydrogène (pH).....	5
- Oxygène dissous (O ₂ dissous).....	5
- Conductivité électrique.....	6
- Biodégradabilité.....	6
- Demande Chimique en Oxygène DCO.....	6
- Demande biochimique en oxygène DBO.....	7
- Azote (N).....	7
- Nitrates (NO ₃ ⁻).....	7
- Nitrites (NO ₂ ⁻).....	7
- Azote ammoniacal.....	7
- Phosphates (PO ₄ ³⁻).....	8
- Sulfates (SO ₄ ²⁻).....	8
I.4. Impacts des eaux usées	8
I.4.1. Sur l'environnement.....	9
- Asphyxie des eaux.....	9
- Destruction de la vie aquatique.....	9

I.4.2. Sur la santé humaine.....	9
I.5. Normes de rejets Algériennes	10
I.6. Conclusion	11

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1. Cadre géographique.....	12
1.1. Contexte général	12
1.2. Contexte régional.....	12
II.2. Climatologie	13
II.2.1. Température.....	14
II.2.2. Précipitations	15
2.2.1. Précipitations annuelles.....	15
2.2.2. Précipitations mensuelles	16
2.2.3. Précipitations Saisonnières.....	17
II.3. Régime climatique.....	17
II.3.1. Représentation graphique : Méthode pluviothermique.....	17
II.3.2. Indices climatiques de la zone d'étude	18
3.2.1 Indice d'aridité de De Martonne.....	18
3.2.2 Indice d'aridité Annuel.....	18
3.2.3. Indice climatique de L. Emberger	19
II.4. Cadre géologique.....	20
4.1. Géologie Régionale.....	20
4.2. Géologie Locale.....	23
II.5. Hydrologie.....	24
II.6. Hydrogéologie	25
II.7. Conclusion.....	27

Chapitre III : Système de traitements des eaux usées au niveau du complexe GP1/Z

III.1. Station de traitement des eaux usées.....	28
III.1.1. Station de traitement des eaux sanitaires WWT phase I	28
1.1.1. Description et avantages de la station	29
1.1.2. Architecture de la station.....	29
1.1.3. Dimensionnement et dispositifs	30
1.1.4. Avantages	30
III.2. Différentes étapes du traitement	31
III.2.1. Traitement primaire : Dégrillage.....	31
III.2.2. Traitement biologique.....	32
2.2.2. Bassin sélectif.....	32

2.2.3. Bassin d'aération primaire et secondaire.....	32
2.2.3. Clarificateur.....	34
2.2.4. Bassin de désinfection.....	35
2.2.5. Digesteur.....	35
III.2.3. Traitement des boues.....	36
III.3. Station de déshuilage.....	37
III.3.1. Système de collecte.....	37
III.3.2. Description de la station et les étapes de traitement.....	37
3.2.1. La chambre de séparation.....	38
3.2.2. La chambre des boues.....	38
3.2.3. La chambre d'huile.....	38
3.2.4. La chambre de l'eau claire (l'effluent).....	38
III.4. Conclusion.....	39

Chapitre IV : Méthodes et Analyses

IV.1. Analyses des eaux usées : modes opératoires pour la phase I.....	40
IV.1.1. Echantillonnage des eaux.....	40
1.1.1. Principe.....	40
1.1.2. Matériel utilisé.....	40
1.1.3. Manipulation et conservation des échantillons.....	40
1.1.4. Mode opératoire.....	40
IV.1.2. Détermination de la température.....	41
- Principe.....	41
- Mode opératoire.....	41
IV.1.3. Mesure du pH.....	41
- Principe.....	41
- Appareillage.....	41
- Mode opératoire.....	41
IV.1.4. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	42
- Principe.....	42
- Mode opératoire.....	42
IV.1.5. Détermination de la demande biologique en oxygène DBO₅.....	44
- Principe.....	44
- Mode opératoire.....	44

IV.1.6. Matières en Suspension	46
- Principe	46
- Appareillage	46
- Méthode photométrique	47
IV.1.7. Détermination de la teneur en Fer	47
- Principe	47
- Appareillage	47
- Mode opératoire	47
IV.1.8. Détermination de l'ion acide phosphorique (P0₄³⁻)	48
- Mode opératoire	48
IV.1.9. Analyse des huiles, graisses et hydrocarbures dans les eaux huileuses	49
- But.....	49
- Principe	49
- Appareillage & réactifs	50
- Mode opératoire	50
IV.2. Résultats et interprétations	51
IV.2.1. Température.....	51
IV.2.2. pH.....	52
IV.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO).....	53
IV.2.4. Demande biologique en oxygène DBO ₅	53
IV.2.5. Rapport DCO/DBO ₅	54
IV.2.6. Matières en Suspension (MES).....	55
IV.2.7. Teneur en Fer.....	56
IV.2.8. Acide phosphorique (P0 ₄ ³⁻).....	57
IV.2.9. Huiles et graisses dans les eaux huileuses.....	58
IV.2.10. Analyse des hydrocarbures totaux	59
IV.3. Conclusion	60
Conclusion Générale	61
Références bibliographiques	63
Annexe	66

Introduction générale

Depuis des siècles, les industries consomment et polluent de grandes quantités d'eau. L'eau est trop souvent utilisée comme un vecteur d'évacuation de déchets domestiques, industriels, radioactifs et de ruissellement provenant des exploitations agricoles. Ainsi, elle devient une eau polluée. Cet usage n'a pas seulement engendré des risques considérables pour la santé humaine mais a aussi dégradé le littoral marin comme il a pollué les nappes phréatiques.

Notre pays a pris conscience de la nécessité de protéger l'environnement et la pérennité des ressources hydriques superficielles et souterraines, pour assurer un développement durable.

L'état nous a doté, en effet, de lois permettant la gestion réglementaire rationnelle des ressources en eau, offrant la possibilité, à la fois, d'introduire une incitation économique à la réduction des pollutions et de dégager des moyens de financement des ouvrages de dépollution.

SONATRACH a adhéré au concept de la protection de l'environnement, allant ainsi de la performance industrielle à la performance environnementale.

Le complexe GP1/Z de SONATRACH est confronté à la pollution des effluents déversés en mer, ce qui affecte les ressources marines et peut causer des déséquilibres dans l'écosystème aquatique ainsi que des impacts sur les êtres humains. Son approvisionnement en eau compte sur l'usine de dessalement d'eau de mer, inaugurée en septembre 2005 "Kahrama".

Dans ce cadre, le complexe a développé des projets visant à lutter contre la pollution marine. Parmi ces projets, la rénovation des installations de traitement des rejets liquides (station de traitement des eaux usées phase I).

Le traitement des eaux usées a pour objectif non seulement l'obtention d'un effluent à caractéristiques acceptables, respectant la réglementation en vigueur, mais aussi la limitation des rejets polluants vers le milieu naturel et la protection de l'environnement.

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer la qualité du traitement biologique de la station d'épuration des eaux usées de la phase I au complexe GP1/Z ainsi que des paramètres physico-chimiques reflétant la qualité de cette eau, en comparant ces résultats avec ceux imposés par la réglementation et normes algérienne.

Ce mémoire de fin d'étude est scindé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre traite des généralités sur les eaux usées.
- Le deuxième chapitre est une présentation générale de la zone d'étude.

- Le troisième chapitre décrit la station d'épuration du complexe GP1/Z.
- Le quatrième chapitre englobe deux parties : la partie méthodes et analyses, et la partie interprétation des résultats.

Enfin nous terminons notre travail par une conclusion générale.

I.1. Définition des eaux usées

L'utilisation des eaux engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories :

- Les eaux résiduaires urbaines (ERU)
- Les eaux résiduaires industrielles (ERI)

Les eaux usées sont définies comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles, constituant donc un effluent pollué. Ce dernier est rejeté dans un émissaire d'égout (Ramade, 2000).

I.2. Origine des eaux usées

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales (les eaux de ruissellement) et les eaux industrielles.

2.1. Eaux domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux de "vannes" qui sont des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (Baumont *et al.*, 2004).

La pollution journalière produite par une personne qui utilise de 150 à 200 litres d'eaux est évaluée à :

- 70 à 90 grammes de matières en suspensions.
- 60 à 70 grammes de matières organiques.
- 15 à 17 grammes de matières azotées.
- 4 grammes de phosphore.
- Plusieurs milliards de germes pour 100 ml (Audic, 2002).

2.2. Eaux pluviales

Les eaux pluviales (eaux de ruissellement, eaux de lavage de la voirie, eaux du lessivage des sols et des surfaces imperméables (parking, etc.), des stations de lavage) se mélangent aux eaux résiduaires. Les eaux ne pourront être rejetées dans le milieu naturel qu'après contrôle de leur qualité et si besoin après traitement approprié. Les eaux pluviales doivent respecter certaines valeurs limites fixées et les règles liées au raccordement à une station d'épuration collective. Les réseaux de collecte des effluents doivent séparer les eaux pluviales et les diverses catégories d'eaux polluées (Mancer, 2010).

2.3. Eaux industrielles

Elles sont différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures etc. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (Lakhal et Sebbane, 2019).

I.3. Caractéristiques des eaux usées

I.3.1. Paramètres physiques

3.1.1. Température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau, ainsi que dans la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (Mekhalif, 2009).

3.1.2. Matières en Suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont exprimées en mg/l. Ce sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est associée aux MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et, souvent, un mauvais goût et une mauvaise odeur. La MES d'une eau usée urbaine ne dépasse guère 200 à 300 mg/l.

La teneur des eaux usées en MES s'analyse par le biais de diverses mesures chimiques et biologiques. Les analyses les plus fréquentes sont la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO) (Belahmadi et Seddik, 2011).

I.3.2. Paramètres Organoleptiques

3.2.1. Couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (Rejsek, 2002).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (Rodier *et al.*, 2005).

3.2.2. Turbidité

Selon Rejsek (2002), la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

1 JTU (Jackson Turbidity Unit) = 1 FTU (Formazine Turbidity Unit) = 1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

I.3.3. Paramètres physico-chimiques

- Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un indicateur de pollution qui mesure la nature de l'eau. Les eaux naturelles ont un pH voisin de 7, le plus souvent compris entre 6 et 8. Plus le pH est bas, plus la solution est dite acide. Plusieurs espèces de poissons et autres organismes aquatiques ne peuvent pas supporter une eau trop acide. La pollution atmosphérique et les précipitations acides demeurent la plus importante source d'acidité des plans d'eau (M. D. D. E. P, 2006).

L'eau de mer est alcaline, son pH est généralement de l'ordre de 8 (Bradai, 1994).

- Oxygène dissous (O₂ dissous)

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs du pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs, tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. La concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (Rodier *et al.*, 2009).

- Conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique, est probablement l'une des plus simples et plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaires. C'est la valeur inverse de la résistivité, un paramètre très largement utilisé en hydrogéologie. La conductivité est fonction de la concentration en espèces ionisés, principalement de nature minérale. Elle est exprimée en siemens par mètre ($S \cdot m^{-1}$) (Mouni, 2004).

- Biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K, avec :

$$K = DCO/DBO5$$

- * Si $K < 2$, cela signifie que l'eau peut être épurée facilement par voie biologique ;
- * Si $2 \leq K \leq 5$, l'épuration par les procédés biologiques habituels est moins sûre ;
- * Si $k > 5$, l'épuration par les procédés biologiques est impossible ; les microorganismes ne peuvent vivre dans ce milieu (Gacem, 2022).

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter : si l'effluent est biodégradable, on applique un traitement biologique, sinon, on applique un traitement physico-chimique (Metahri, 2012).

- Demande Chimique en Oxygène DCO

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (Rodier *et al.*, 2005).

Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. Elle est mesurée en mg d' O_2/l (Taradat, 1992).

- * DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines ;
- * DCO = 1 à 10 fois DBO pour l'ensemble des eaux résiduaire ;
- * DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles (Suschka., Ferreira, 1986).

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

- Demande biochimique en oxygène DBO

La demande biochimique en oxygène (DBO) est considérée parmi les mesures globales qui permettent de caractériser les eaux résiduaires et les eaux de surface. La demande biochimique en oxygène est déterminée en 5 jours (DBO_5), à 20°C et à l'obscurité. Le rejet des matières organiques fermentescibles par un émissaire d'égout, par exemple, provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène issus par dégradation sous l'action des bactéries aérobies, qui va s'atténuer dans le sens du courant (Ramade, 2002).

- Azote (N)

L'azote est présent dans les eaux usées sous les différentes formes chimiques suivantes : ion ammonium $N-NH_4^+$, ion nitrite $N-NO_2^-$ et ion nitrate $N-NO_3^-$.

$$\text{Azote global} = \text{Azote Kjeldahl} + \text{Nitrites} + \text{Nitrates.}$$

L'azote hydrolysable et l'azote ammoniacal constituent l'azote Kjeldahl NTK qui est la somme de

$$N_{org.} + N-NH_4^+$$

Dans l'azote organique ($N_{org.}$) sont inclus ceux des amines, des amides, de l'urée, de l'acide uréique etc. (Metahri, 2012).

- Nitrates (NO_3^-)

Ils sont rarement présents dans l'eau de consommation. On les trouve dans les eaux naturelles puisqu'ils sont le résultat normal de l'oxydation de l'azote organique (Taradat, 1984).

- Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une forme intermédiaire de l'azote. Ils résultent :

- Soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal, sous l'action des bactéries nitreuses de types nitrosomonas.
- Soit des réductions des nitrates par les bactéries dénitrifiantes. Normalement, en milieu aérobie, leur teneur doit être faible, bien inférieure à 1 mg/l.
- Les nitrates peuvent également provenir des rejets industriels puisqu'ils sont utilisés pour défendre la corrosion des réservoirs (Raymond, 1990).

- Azote ammoniacal

Cette forme d'azote est assez souvent rencontrée dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Certaines eaux profondes peuvent être riches en azote ammoniacal sans être pour cela nécessairement des eaux polluées.

Dans ce cas, l'ammonium (NH_4^+) peut provenir de la dénitrification biochimique due aux micro-organismes réducteurs.

Par contre, si l'ammonium est présent dans une eau de surface (rivière ou lac) ou dans une eau d'origine souterraine peu profonde, son origine doit être recherchée (les déjections animales, par exemple).

En général, l'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrate par oxydation.

La présence des teneurs importantes d'azote ammoniacal dans l'eau, implique généralement une contamination récente par les matières organiques en décomposition.

A ce stade, une contamination est à craindre (Degremont, 1989).

- Phosphates (PO_4^{3-})

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traitées aux phosphates, industrie chimique...) (Bremond *et al.*, 1973).

Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates (50 $\mu\text{g/l}$) (de Villers *et al.*, 2005).

- Sulfates (SO_4^{2-})

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/l) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration (Rodier, 2005).

I.4. Impacts des eaux usées

Les effets de la pollution de l'eau sont insidieux. Ils dépendent du type et de l'agent polluant ainsi que des organismes victimes, c'est-à-dire de leur état général, âge et état de santé. Les eaux usées provoquent des atteintes à l'environnement et à la santé humaine.

I.4.1. Sur l'environnement

Représentent des risques de déséquilibre et de dégradation de l'écosystème aquatique dont :

- Asphyxie des eaux (Koller, 2004)

L'eau et les êtres vivants aquatiques s'asphyxient (voir photo n°1 en annexe). Trois phénomènes au moins, concourent à cette réduction alarmante de la quantité d'oxygène :

- Le premier résulte directement de la pollution organique. Les matières organiques fermentent et pourrissent dans l'eau. Ces deux réactions requièrent une grande quantité d'oxygène, ce qui se traduit par l'asphyxie des poissons vivants dans un point d'eau particulier.

- Le deuxième processus important du manque d'oxygène des eaux se nomme Eutrophisation, qui consiste en un enrichissement excessif en nutriments, provoquant une croissance démesurée d'algues vertes. Lorsque la mort de ces espèces survient, il y a production d'une grande quantité de matière putride qui épuise l'oxygène de l'eau.

- Le troisième effet c'est la pollution thermique, qui modifie la température de l'eau en provoquant son élévation anormale, engendrant une réduction de la quantité d'oxygène dans le milieu aquatique.

- Destruction de la vie aquatique (voir photo n°2 en annexe)

Plusieurs polluants contribuent à cette destruction (Gaujous, 1995). L'effet toxique d'éléments agissant seuls ou en synergie (métaux lourds, substances radioactives).

- Les matières en suspension sont responsables d'une diminution de la pénétration de la lumière donc une limitation de la photosynthèse.

- Les hydrocarbures s'accumulent dans les organismes marins.

I.4.2. Sur la santé humaine

Une absorption accidentelle d'eau polluée renfermant des bactéries ou des virus ainsi que des protozoaires, cause des infections de type (Christiane, 2008)

- Gastro intestinal, par la fièvre typhoïde et choléra.

- Virales, par hépatite épidémique, inflammation des yeux et de la peau.

- Parasitaire comme l'amibiase.

- Intoxication par absorption des métaux lourds comme le plomb, l'arsenic, cadmium etc.

- Le Saturnisme, intoxication par le plomb, qui se traduit par des troubles chimiques et des anomalies biologiques.

- L'arsenic, qui provoque des troubles gastro-intestinaux, des troubles hépatites et rénaux, ainsi que des manifestations cardio-vasculaires.

I.5. Normes de rejets Algériennes

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

Le Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006, du Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire réglemente les rejets d'effluents liquides. Les normes de rejets sont présentées dans le tableau n°1 ci-dessous :

Tableau 1 : Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur
(Valeurs limites maximales) (journal officiel n° 06-141 avril 2006)

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	(°C)	30
pH	-	6.5-8.5
MES	mg/l	35
DCO	mg/l	120
DBO ₅	mg/l	35
Fer	mg/l	3
Phosphore total	mg/l	10
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Huiles et graisses	mg/l	20

I.6. Conclusion

Les eaux usées constituent un problème environnemental majeur qui nécessite une attention particulière de la part des autorités et des acteurs impliqués dans leur gestion. Ils contiennent une grande variété de contaminants tels que des matières organiques, des nutriments, des métaux lourds, des produits chimiques toxiques et des organismes pathogènes.

Le rejet des eaux usées dans l'environnement sans traitement approprié peut causer des dommages considérables à la qualité de l'eau, de l'air et des sols. Cela peut affecter la santé humaine, la faune et la flore et avoir des conséquences économiques et sociales négatives.

La gestion des eaux usées nécessite des infrastructures de traitement appropriées telles que des stations d'épuration des eaux usées qui permettent de retirer les contaminants présents dans les eaux usées avant leur rejet dans l'environnement.

Des mesures de contrôle régulier et de surveillance de la qualité de l'eau sont nécessaires pour garantir le respect des normes réglementaires, et que les eaux rejetées ne soient pas nocives pour la santé humaine et l'environnement.

Enfin, la gestion efficace des eaux usées est essentielle pour préserver l'environnement et la santé publique et garantir un développement durable.

II.1. Cadre géographique

1.1. Contexte général

L'Oranie, ou la partie Nord-Ouest de l'Algérie est caractérisée par une structure géologique complexe qui résulte de l'évolution des zones orogéniques des Maghrébides au Nord. Parmi les neuf massifs, ou chaînes littorales qui s'étendent de l'Ouest vers l'Est, on distingue les massifs oranais, qui se prolongent en relais depuis Béni-Saf jusqu'à la région d'Arzew (Fig. 1).

La commune d'Arzew est située à 42 kilomètres au Nord-Est de la wilaya d'Oran. La ville et son port sont logés dans la partie ouest d'une vaste baie, au débouché des plaines du Sig et de l'Habra, rivières qui se confondent dans les anciens marais de la Macta.

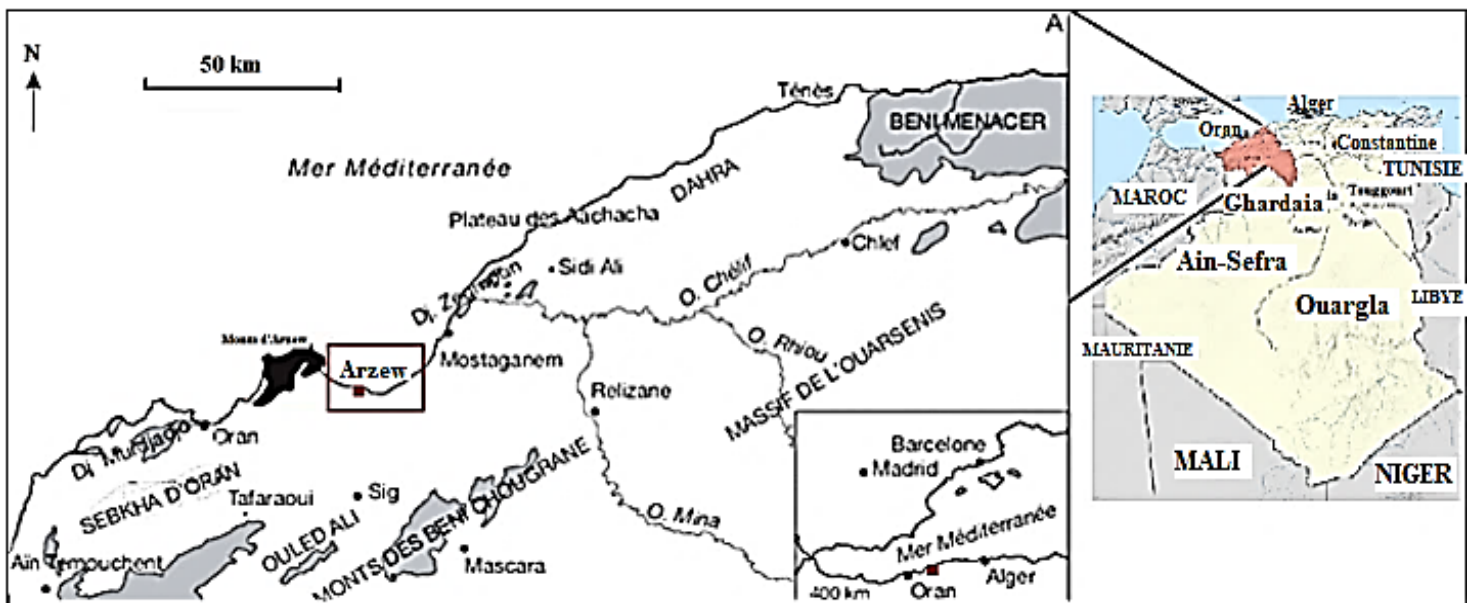


Figure 1 : Situation géographique de l'Oranie (In Boubtana, 2015)

1.2. Contexte régional

Le Complexe GP1/Z, (complexe de séparation et transformation du GPL), est situé sur la commune de Béthioua, dans la zone industrielle d'Arzew, à plus de 10 km au Sud -Est de la ville d'Arzew, à 40 Km à l'Est d'Oran et à 400 Km à l'Ouest d'Alger. Il est limité par (Fig. 2) :

- La mer méditerranée au Nord,
- Société Algérienne de Production de l'Electricité SPE à l'Est,
- Le complexe GL3/Z à l'Ouest,
- La clôture de la zone industrielle au Sud.

Ses coordonnées géographiques (coordonnés WGS1982/UTM zone 30S) sont les suivants :

➤ Longitude : 0°12'40.66"O

➤ Latitude : 35°47'57.92"N

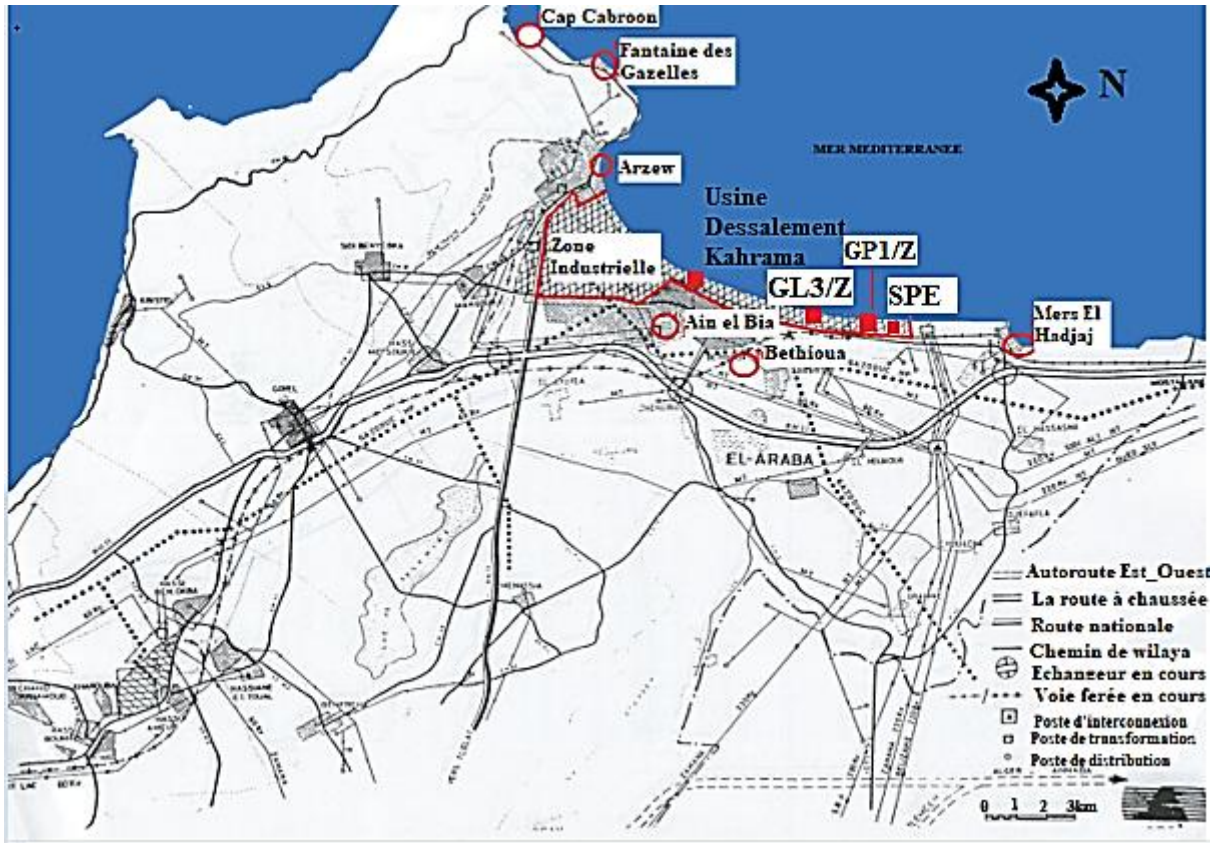


Figure 2 : Situation du pôle industriel d'Arzew (Meghfour, 2006, modifié)

II.2. Climatologie

Etant donné la proximité de la mer, sa topographie et son altitude, la région d'Arzew vient dans la continuité de la région littorale d'Oran. Elle est généralement caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride, avec des étés secs et des hivers relativement doux et humides.

Nous traitons certains paramètres qui représentent au mieux le climat de la région d'Arzew. Ces paramètres ont été mesurés à la station météorologique d'Arzew (tableau n°2, Office National de la Météorologie), sur une période s'étalant de 2002 jusqu'en 2022 (soit sur 21 ans).

Tableau 2 : Coordonnés de la station météorologique d'Arzew

Station	Altitude(m)	Longitude(E/W)	Latitude(N)
Complexe GP1/Z	4	0°27'	35°82'

II.2.1. Température

Les températures moyennes mensuelles et annuelles régissent directement le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques et biogéographiques.

Les maximas et les minimas ainsi que leurs moyennes durant la période 2002-2022 sont représentées par le tableau n°3 et la figure n°3. La moyenne des températures annuelles de la même période au niveau de la station d'Arzew est de : 19,03 °C.

Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles à la station d'Arzew (2002-2022)

Mois Temp	Janv.	Fév.	Mars.	Avrl.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sépt.	Oct.	Nov.	Déc.
<i>T° min</i>	10.70	11.20	13.55	16.10	17.80	20.80	23.80	24.60	23.20	20.10	14.13	11.50
<i>T° max</i>	14.10	15.30	16.10	18.17	21.40	24.80	27.39	27.90	25.50	22.70	19.00	16.90
<i>T° moy</i>	12.40	13.25	14.83	17.14	19.60	22.80	25.60	26.25	24.35	21.40	16.57	14.20

- Température maximale :

Le minimum est enregistré au mois de Janvier, avec 14.10°C et le maximum aux mois de Juillet et Août, avec respectivement 27.39 et 27.90°C.

- Température minimale :

La valeur la plus basse s'observe pendant le mois de Janvier (10.70°C), le maximum pendant le mois d'Août (24.60°C).

- Température moyenne : Le mois de Janvier reste le plus froid de l'année (12.40°C), et le mois d'Août est le plus chaud (26.25°C).

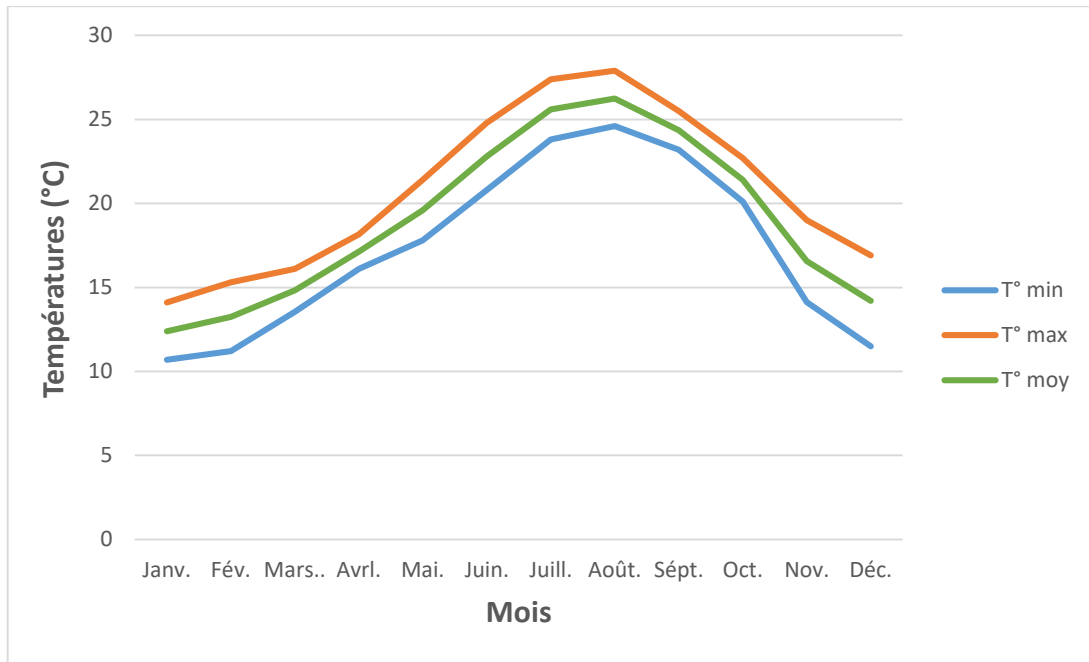


Figure 3 : Variations des températures moyennes mensuelles à la station d'Arzew (2002-2022)

II.2.2. Précipitations

2.2.1. Précipitations annuelles

Les données relatives à la pluviométrie ont été relevées à la station d'Arzew, pour la période allant de 2002 à 2022 (tableau n°4). Nous avons pu distinguer deux périodes :

- De 2002 à 2013, marqué par une période humide, dépassant largement la moyenne pour certaines années, avec un maximum enregistré en 2013, de 478mm.
- De 2014 à 2022 : à l'exception de quelques pics, cette période est marquée par une pluviosité assez faible, généralement en dessous de la moyenne, avec un minimum de 191 mm en 2022.
- Le module pluviométrique annuel est égal à 302mm.

Tableau 4 : Précipitations annuelles de la station d'Arzew (2002-2022)

Année	P (mm)	Année	P(mm)
2002	259	2013	478
2003	258	2014	293
2004	308	2015	268
2005	259	2016	262
2006	304	2017	234
2007	464	2018	357
2008	330	2019	217
2009	310	2020	226
2010	343	2021	291
2011	340	2022	191
2012	362		

2.2.2. Précipitations mensuelles

D'après le tableau n°5 et la figure n°4, nous remarquons que :

- Le minimum est enregistré en Juillet et Août, avec respectivement 0.48 et 1.79mm ;
- Le maximum en Novembre avec 50.23mm.

Tableau 5 : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations (2002-2022)

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
39.22	25.28	35.13	33.65	17.04	7.73	0.48	1.79	13.51	32.73	50.23	45.56

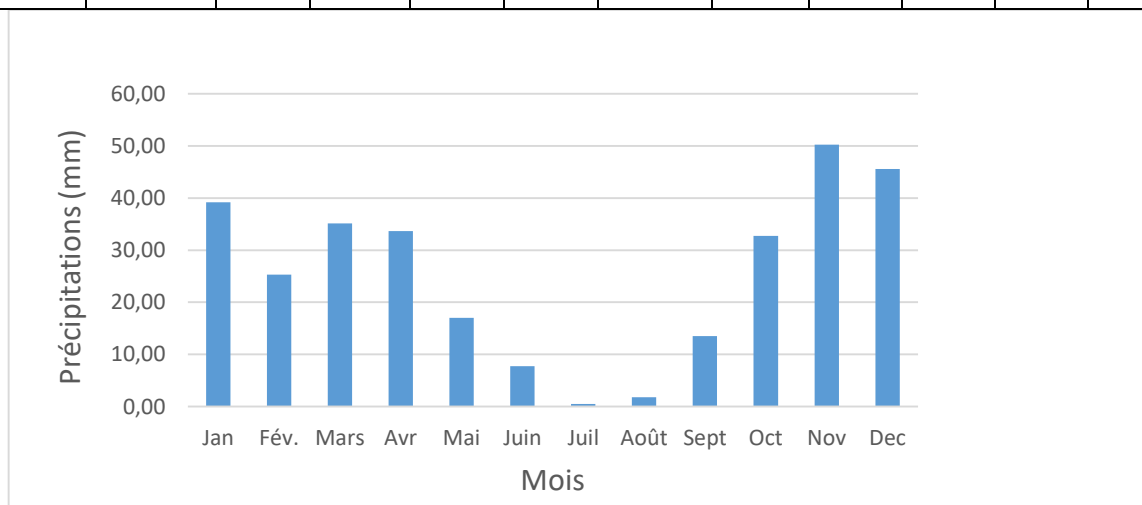


Figure 4 : Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie à la station d'Arzew (2002-2022)

2.2.3. Précipitations Saisonnières

Pour étudier les variations saisonnières des précipitations, nous avons calculé le total des précipitations de chaque saison pour la période considérée (2002-2022). Il en ressort une nette irrégularité des précipitations, avec une prédominance des pluies d'hiver, devançant celles du printemps et de l'automne avec un pourcentage de 36.4%. La saison d'été reste la moins pluvieuse (tableau n°6 et figure n°5). Cette période estivale est marquée par un pourcentage très faible de l'ordre de 3.31% caractérisant ainsi un régime saisonnier du type H.A.P.E.

Tableau 6 : Variations saisonnières des précipitations à la station d'Arzew (2002-2022)

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Été
Précipitations Saisonnières (%)	96.47	110.06	85.82	10.00

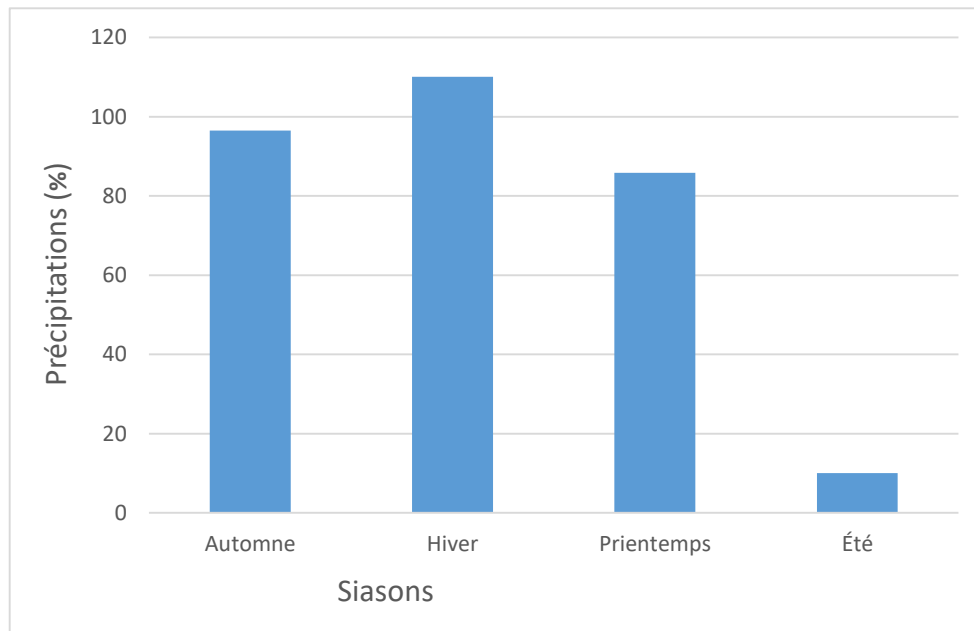


Figure 5 : Précipitation saisonnières de la station d'Arzew (2002-2022)

II.3. Régime climatique

Dans un pays comme l'Algérie, il faut préciser le type de climat pour lequel le lien entre le climat méditerranéen au nord et le climat désertique au sud est important. Il existe de nombreuses façons de représenter le climat : soit par visualisation graphique des paramètres, soit par le calcul d'indices spécifiques.

II.3.1. Représentation graphique : Méthode pluviothermique

Selon Bagnouls et Gausson (1957), un mois sec est celui où le total moyen des précipitations est inférieur ou égal au double de la température.

$$P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cette relation permet d'établir un diagramme pluviothermique sur lequel les températures sont portées à une échelle double de celle des précipitations. La courbe des températures passe au-dessus de celle des précipitations pendant les mois secs.

A la station d'Arzew, la saison sèche débute à partir du mois d'Avril et se termine à la fin du mois de Septembre (tableau n°7 et figure n°6).

Tableau 7 : Températures et précipitations moyennes mensuelles à la station d'Arzew (2002-2022)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	39.22	25.28	35.13	33.65	17.04	7.73	0.48	1.79	13.51	32.73	50.23	45.56
T°C	12.40	13.25	14.83	17.14	19.60	22.80	25.60	26.25	24.35	21.40	16.57	14.20

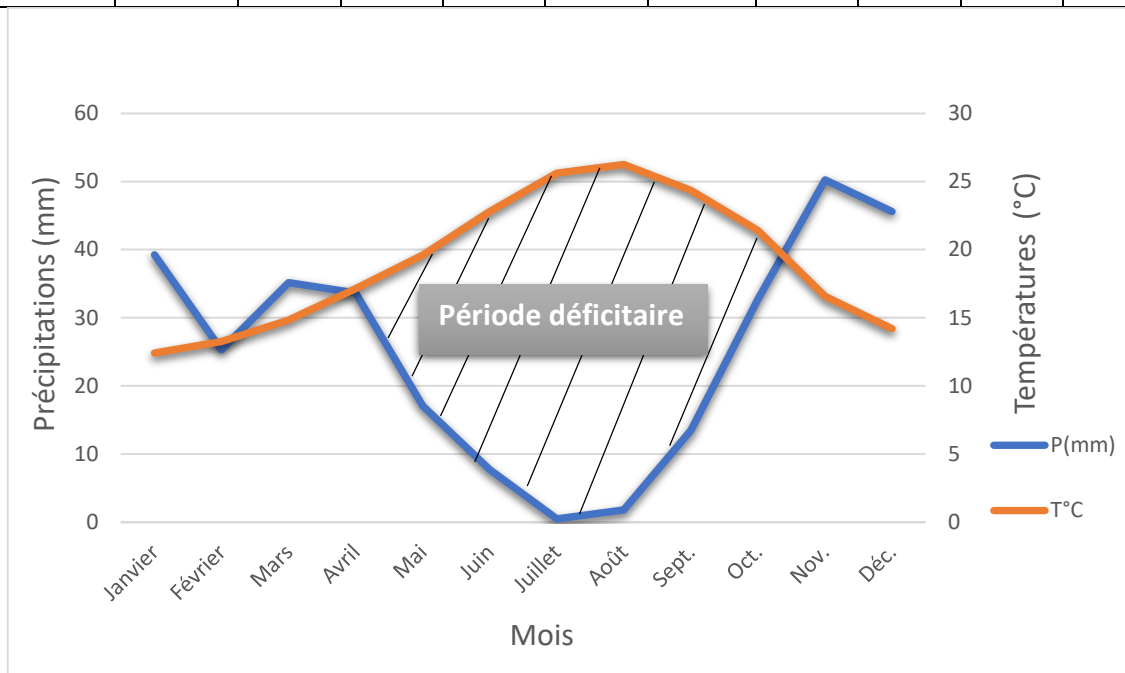


Figure 6 : Diagramme pluviothermique à la station d'Arzew (2002-2022)

II.3.2. Indices climatiques de la zone d'étude

3.2.1 Indice d'aridité de De Martonne

C'est en 1923 que le géographe De Martonne proposa de classer les stations d'observations suivant un indice d'aridité, sur la base des précipitations et des températures.

3.2.2 Indice d'aridité Annuel

$$I = P / (T+10)$$

I : indice d'aridité annuel

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

La détermination du climat se fait selon les classes ci-dessous :

$20 < I < 30$ climat tempéré

$10 < I < 20$ climat semi-aride

$7,5 < I < 10$ climat steppique

$5 < I < 7,5$ climat désertique

$I < 5$ climat hyper-aride

Pour notre cas d'étude, $P = 302\text{mm}$; $T = 19,03\text{ }^\circ\text{C}$, Donc $I = 10,41$

A la station d'Arzew (2002-2022), l'indice d'aridité « I » est compris entre 10 et 20, dénotant un climat semi-aride. Ceci est vérifié graphiquement par la représentation de la station sur le diagramme de De Martonne (Fig. 7).

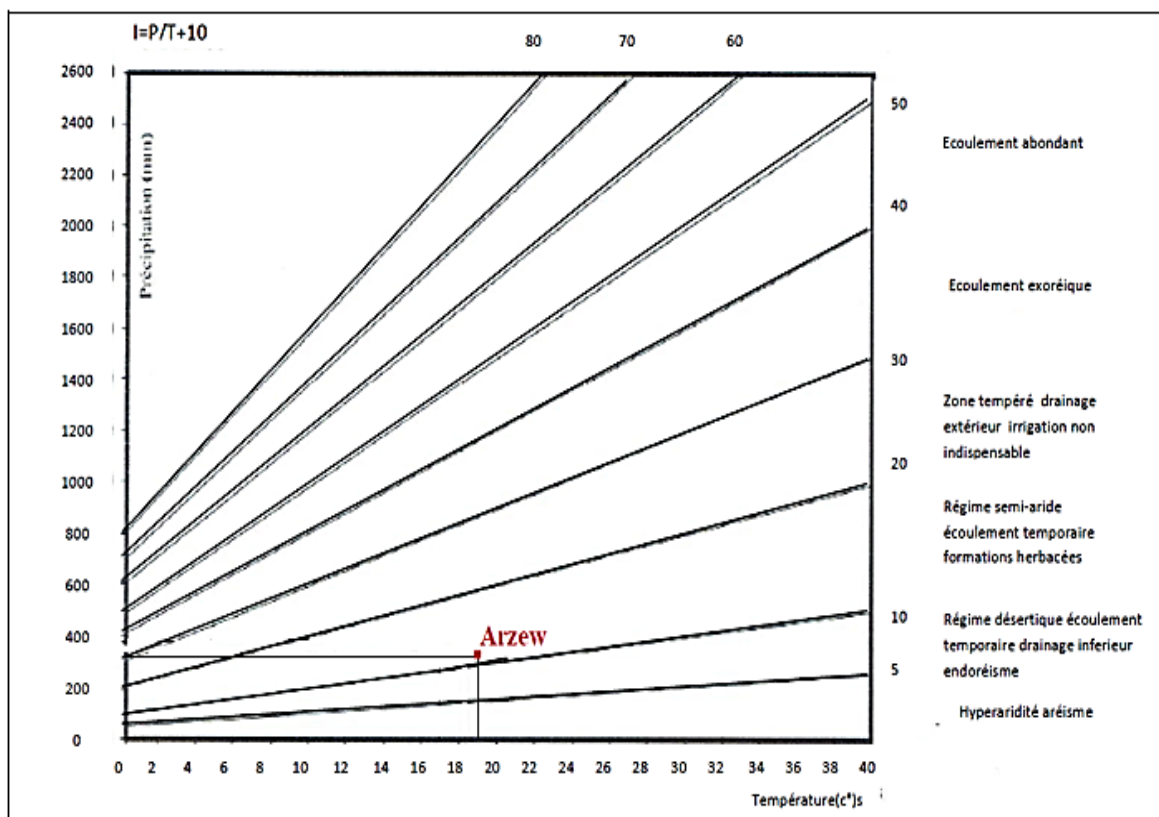


Figure 7 : Abaque d'indice d'aridité de De Martonne

3.2.3. Indice climatique de L. Emberger

Le quotient L. Emberger (Q) est spécifique au climat méditerranéen ; il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Il propose d'utiliser la relation suivante :

$$Q = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

P : précipitation moyenne annuelles.

M : moyenne des maximas du mois le plus chaud en $^\circ\text{K}$.

m : moyenne des minimas du mois le plus froid en $^\circ\text{K}$.

On a : $M = 27.90\text{ }^{\circ}\text{C} = 301,05\text{ }^{\circ}\text{K}$ et $m = 10.7\text{ }^{\circ}\text{C} = 283,85\text{ }^{\circ}\text{K}$

La formule nous a permis de calculer l'indice d'Emberger : $Q = 60.11$

L'utilisation des différentes méthodes par le calcul de l'indice d'aridité de De Martonne et d'Emberger (Fig. 8) confirme que cette région est marquée par un climat méditerranéen semi-aride à hiver chaud.

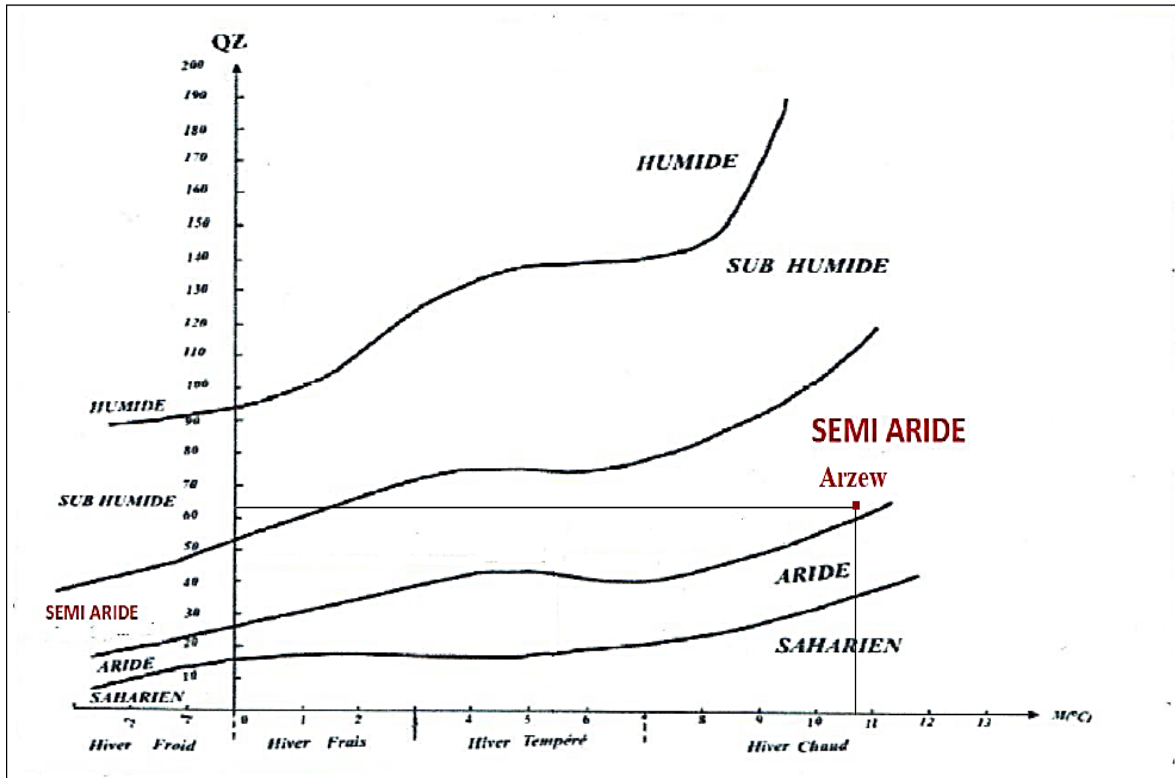


Figure 8 : Abaque pluviométrique d'Emberger

II.4. Cadre géologique

4.1. Géologie Régionale

La géologie régionale a été étudiée par de nombreux auteurs (Fig. 9). Selon Thomas (1985), on distingue quatre grands ensembles :

- Le tell septentrional, qui est marqué par la présence de formations paléozoïques et mésozoïques (calcaires et schistes) formant les massifs littoraux qui eux-mêmes sont recouverts parfois de croûtes calcaires, de limons et de dunes quaternaires.
- Plus au Sud, les vastes dépressions remplies de formations surtout détritiques, constituant les plaines de la M'léta et l'Habra. Ces dépressions rejoignent vers l'Est, la plaine du Chélif.
- Le tell méridional est constitué par une série de massifs qui forment les monts des Tessala, de Sebaa Echioukh, et les monts d'Ouled Ali et Beni Chougrane. Ces massifs montagneux,

constitués en majorité d'épaisses séries carbonatées du Paléozoïque, marquent la limite méridionale des nappes telliennes.

Enfin, plus au sud, en bordure des hauts plateaux, les calcaires et dolomies du Lias et Malm forment les monts de Tlemcen, les monts des Daïa et les monts de Saida. Dans les monts des Daïa, ces formations sont recouvertes par les séries crétacées où dominent marnes et grès.

Selon Belhaloui (1999), le Jurassique apparaît au cap-Falcon et au Sud-Ouest du Murdjadjo.

Il est constitué de lentilles dolomitiques massives accompagnées de calcaires schisteux et marmoréens. Cette formation correspond à l'allochtone carbonaté qui chevauche sur des formations plus récentes.

Les affleurements du Lias, Dogger, Malm et Crétacé inférieur sont essentiellement formés de calcaires dolomitiques, de schiste, de calcaires et parfois des quartzites.

Le Crétacé forme l'ossature du Murdjadjo. Il est représenté par un faciès schisto-gréseux, très plissé, parfois intercalé par des bancs de quartzites du Néocomien. Ce faciès passe parfois à des calcschistes à lentilles de calcaires.

Entre le Jurassique et le Miocène, les formations intermédiaires n'affleurent pas dans les limites de la région ; on retrouve donc directement le Miocène supérieur marin ou Vindobonien, affleurant surtout dans la plaine de Gdyel et d'Arzew. Il est représenté par des calcaires organogènes et parfois crayeux sur une puissance estimée de 100 à 150 m (Ben Yebka). Le Miocène apparaît de l'Est à l'Ouest dans les entités géologiques suivantes :

- Au cœur des monts d'Arzew où il recouvre le secondaire.
- A l'extension du Golf d'Arzew ou, il est couvert par les dépôts quaternaires.
- Au niveau du plateau de Djebel Khar (montagne des Lions).
- Egalement, il affleure au niveau de plusieurs pointements dispersés.

Le plateau de Ghamrra, en forme de goulot constitue l'essentiel du Néogène de la partie occidentale du littoral Oranais. Cette structure se poursuit jusqu'au Cap-Figalo, avec une ouverture au niveau du Murdjadjo (Ciszak ,1993).

Selon Ciszak (1993), on remarque des terrains d'âge primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires ; à cause de la convergence de sa couverture vers le Sud au Miocène. Des soulèvements notables se sont prononcés sur les massifs côtiers qui laissent apparaître le niveau structural inférieur de l'édifice schisteux.

Les terrains secondaires affleurent au niveau des fenêtres de la nappe miocène, les affleurements les plus représentatives se trouvent au niveau de la forêt de M'sila.

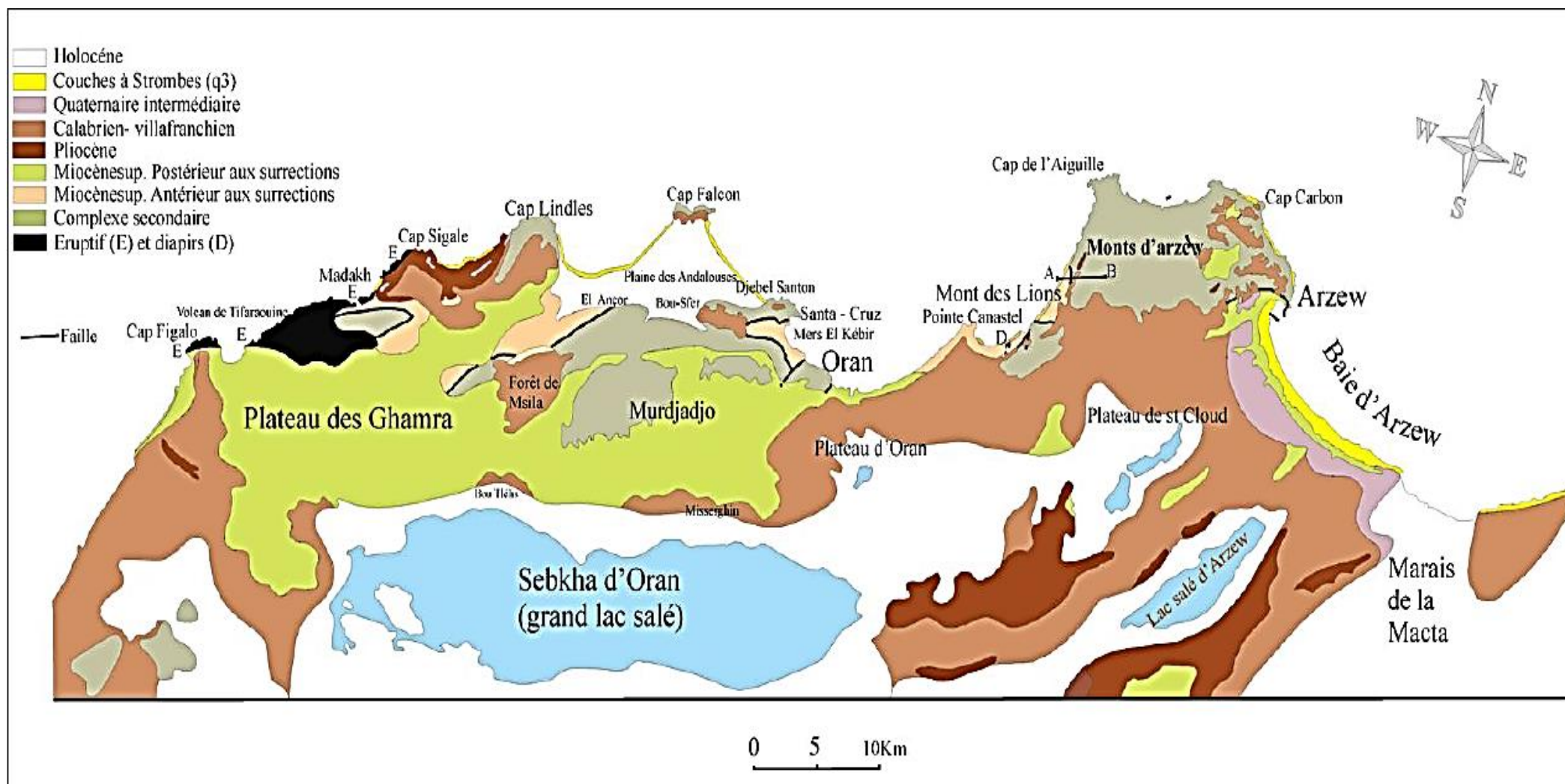


Figure 9 : Schéma géologique du littoral Oranais (In GOURINARD, 1958) redessinée

4.2. Géologie Locale

L'exploitation de la carte géologique du littoral Oranais nous a permis de faire ressortir les principales formations géologiques, relatives au site du projet de SONATRACH Arzew.

La zone d'Arzew se caractérise essentiellement par des dépôts continentaux qui correspondent à des faciès limoneux parmi lesquels deux ensembles peuvent se distinguer. Selon Thomas (1985), un ensemble rubéfié plus ancien et un ensemble plus récent se caractérisent par des teintes noires ou grises. Des formations d'âge miocène existe aussi au niveau de cette zone, caractérisé par des calcaires lithothamniées : un Miocène gréseux transgressif sur le horst du Murdjadjo, mais aussi un Miocène supérieur marin, caractérisé par des calcaires, des grès et des argiles.

La carte ci-dessous (Fig. 10) représente la géologie de la région d'Arzew.

Selon cette carte géologique, les formations géologiques prédominantes au niveau la zone industrielle d'Arzew sont les suivantes :

- La partie Nord correspond à la zone de plaines, avec des formations de niveau pléistocène marin (première période de l'ère quaternaire) et néanmoins de miocènes supérieurs. Constituée généralement par des lumachelles marines (strombes), dunes consolidées et de marnes grises.

- La partie centrale relative à la zone de plaines et de collines est développée sur des formations de niveau quaternaire continental, constituée par des carapaces calcaires recouvertes de dépôts divers.

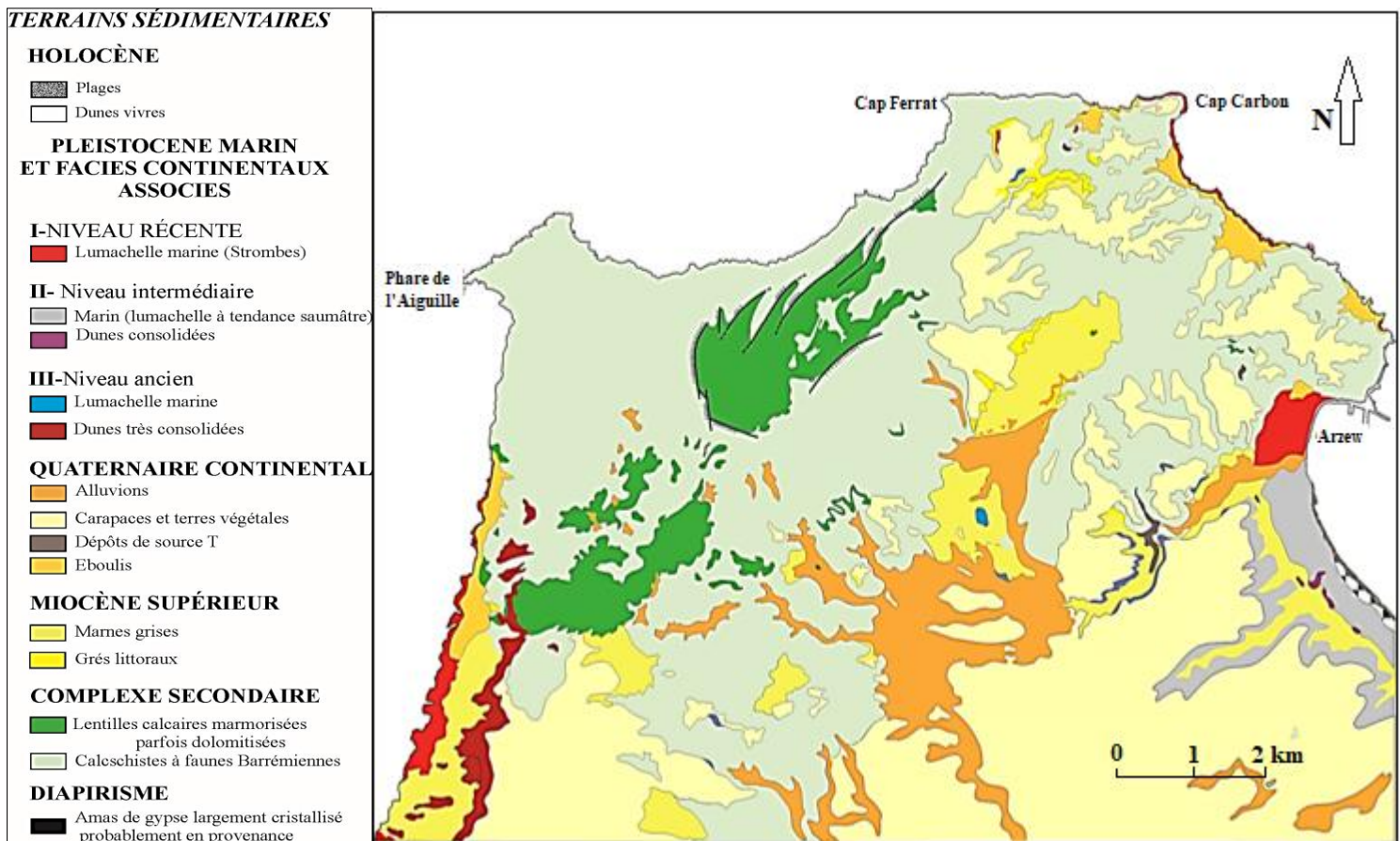


Figure 10 : Géologie de la région d'étude (Fenet, 1975)

II.5. Hydrologie

Le bassin d'Arzew, dans lequel est implantée la zone industrielle, est drainé par quelques cours d'eau qui sont de direction Ouest-Est et Sud-Nord. Ces cours d'eaux appelés « oueds » se jettent dans la mer Méditerranée et sont :

- Oued el Mouhgoun ;
- Oued Tasmanit ;
- Oued el Rahi ;
- Oued el Maleh.

Ils sont localisés sur la carte disposée ci-dessous (Fig. 11).

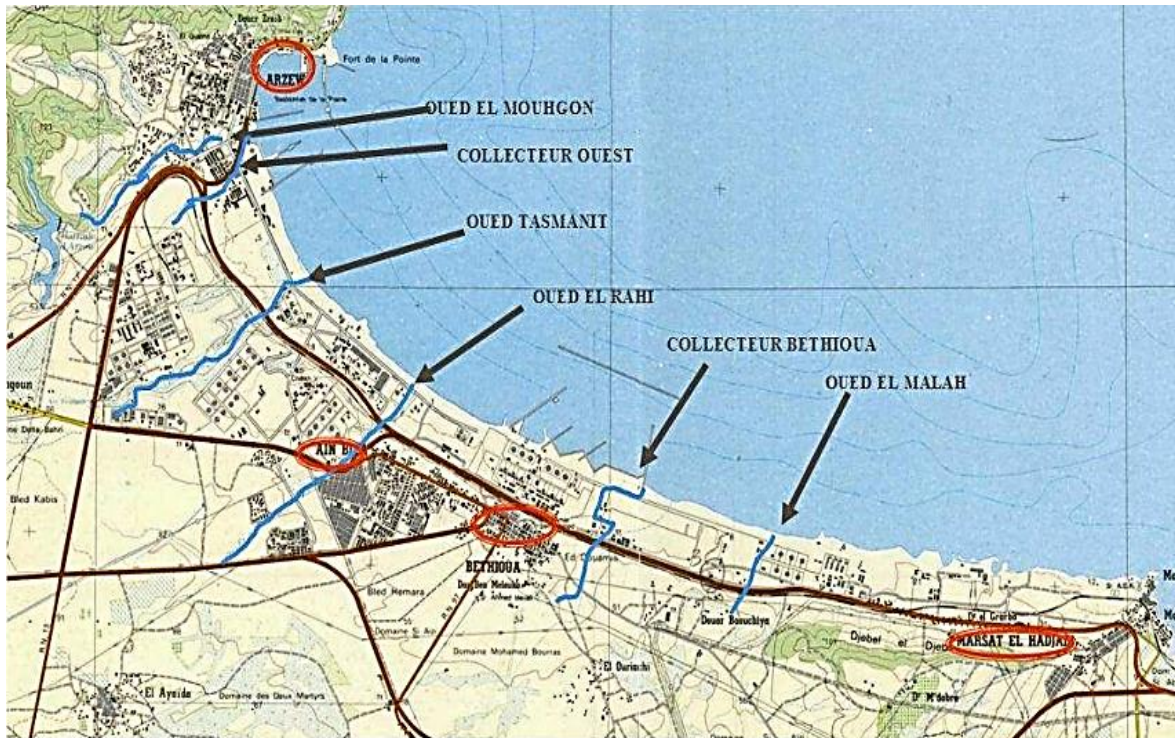


Figure 11 : Réseau hydrographique de la baie d'Arzew (d'après INERIS, 12/01/2009)

Dans le bassin d'Arzew, l'hydrologie de surface a été modifiée par les nombreuses constructions des grands bâtiments industriels dans la zone. Oued el Malah est canalisé sous une partie du site GP1/Z.

II.6. Hydrogéologie

L'hydrogéologie régionale ou locale de la baie d'Arzew est mal connue. L'approvisionnement en eau de la zone industrielle ainsi que de la population ne provient pas des nappes phréatiques de la baie d'Arzew. Il est assuré par l'usine de dessalement KAHRAMA.

A l'intérieur de la zone côtière de la baie d'Arzew, se trouve le plateau des Hassis, situé environ 50 m au-dessus du niveau de la mer au Sud de Béthioua. Ce plateau contient une nappe exploitée surtout par les agriculteurs (puits) le long de la route d'Oran à Arzew.

Le niveau de la nappe descend graduellement vers le niveau de la mer. Les eaux souterraines deviennent salées quand elles prennent contact avec les marnes gypseuses, mais les habitants s'approvisionnent de cette eau à travers des puits d'adduction d'eau individuels de faible profondeur, cela leur permet d'atteindre une eau moins salée et de faible densité. D'autres nappes sont localisées dans : les plaines de la Rebeha, de la M'leta et d'Arbal (Fig. 12).

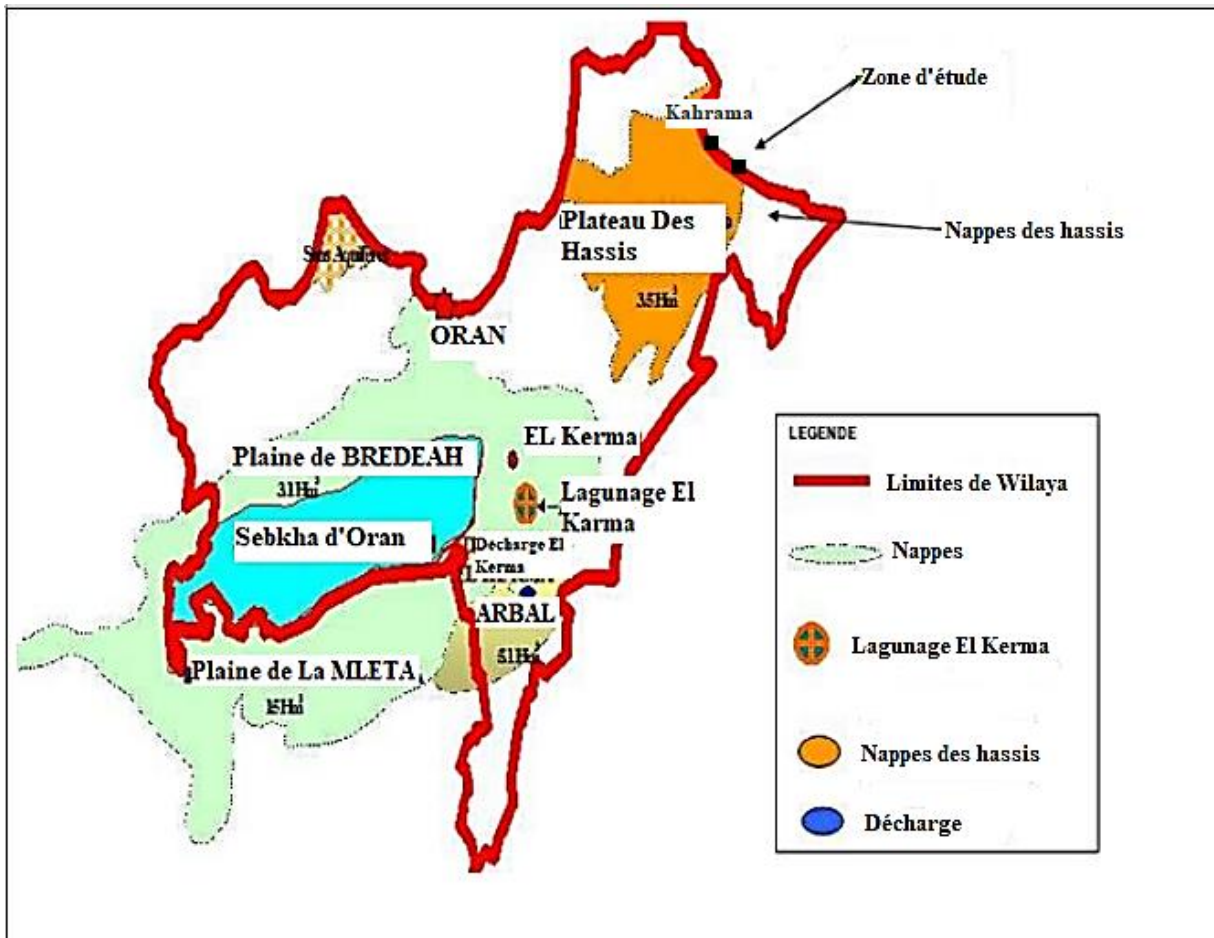


Figure 12 : Localisation des nappes dans la région d'Oran (document SH, 2010)

Les investigations menées dans la zone industrielle par différentes entreprises ont montré la présence d'une nappe libre, discontinue et de faible importance, contenue dans les lumachelles et grès (sables consolidés) du Plio-Quaternaire et renfermant une eau de mauvaise qualité physico-chimique.

La nappe au niveau de cette zone nous paraît particulièrement exposée à toute pollution de surface qui pourrait atteindre facilement le réservoir. Sa profondeur est estimée entre 3 et 8 m en-dessous du niveau du sol. Des forages au-delà de la nappe ont montré qu'il y avait une couche d'argile imperméable à environ 15-20 m de profondeur. Étant donné la topographie de surface de cette couche d'argile sous-jacente, les nappes phréatiques en profondeur pourraient donc s'écouler localement dans plusieurs directions ; cependant il est estimé que le flux principal se dirige vers la mer. Sur le site du complexe, il n'existe pas de points d'eau affectés à l'alimentation en eau potable provenant de cette nappe.

- Direction de l'écoulement de l'eau souterraine de la zone d'étude :

De façon générale, selon les données recueillies au niveau de la zone industrielle, l'écoulement de l'eau souterraine sur le site du GP1/Z s'effectue du Sud vers le Nord, soit en direction de la mer Méditerranée, et la profondeur de l'eau souterraine varierait entre 6.30m et 10.80m.

- Gradient Hydraulique et vitesse potentielle d'écoulement de l'eau souterraine de la zone d'étude :

Les sols étant généralement constitués de grès sains ou de sable consolidé, la vitesse de l'eau souterraine dans ce secteur est lente.

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre, un aperçu général des caractéristiques géographiques, climatologiques, morphologiques, géologiques et hydrogéologiques de la région d'Arzew a été fait.

La zone d'Arzew est située dans une région côtière de l'Algérie de l'Ouest qui bénéficie d'un climat méditerranéen de type semi-aride.

La précipitation moyenne annuelle à l'échelle de toute la région est de 302mm et les températures varient en moyenne entre 12,4°C et 14,20°C en hiver et de 22,80°C à 26,25°C en été. Les activités humaines telles que le déboisement, les incendies, le pâturage intensif et l'érosion peuvent masquer ou aggraver les effets du climat en augmentant l'aridité climatique.

Le réseau hydrographique de la région montre que le bassin d'Arzew est drainé par quelques cours d'eau qui sont de direction Ouest-Est et Sud-Nord : Oued el Mouhgoun, Oued Tasmanit, Oued el Rahi, et Oued el Maleh.

Du point de vue géologique, la région étudiée est constituée de différentes formations géologiques. Au Nord, on trouve des plaines formées par des dépôts marins du Pléistocène et des couches supérieures du Miocène (lumachelles marines, les marnes grises). Dans la partie centrale, qui comprend des plaines et des collines, les formations sont principalement d'origine continentale du Quaternaire, composées de carapaces calcaires.

L'étude hydrogéologique de la région d'Arzew a révélé que l'approvisionnement en eau de la zone industrielle dépend de l'usine de dessalement Kahrarma. L'écoulement de l'eau souterraine se fait du Sud vers le Nord, en direction de la mer Méditerranée, avec une vitesse lente en raison des sols ou de sable consolidé.

III.1. Station de traitement des eaux usées

Le complexe GP1/Z dispose d'un réseau d'assainissement de type séparatif. Chaque rejet est évacué séparément suivant sa nature vers les stations de traitements spécifiques pour subir l'épuration appropriée avant un rejet vers la mer (voir photo n°3 en annexe). En effet, il existe deux types de rejets liquides au complexe GP1/Z :

- Eaux usées sanitaires : Ce sont les eaux usées en provenance des sanitaires, lavabos, douches, planchers, cuisines des différents bâtiments du complexe qui se caractérisent par une pollution organique.
- Eaux huileuses : Ce sont les eaux du type :
 - Eaux de ruissellement pouvant être contaminées par de l'huile ;
 - Eaux d'incendie pouvant être contaminées par de l'huile ;
 - Eaux de process ;
 - Autres purges d'eaux utilisées vidangées dans le réseauCes eaux se caractérisent par un taux élevé d'hydrocarbures.

III.1.1. Station de traitement des eaux sanitaires WWT phase I

Dans le cas de notre complexe, il existe plusieurs stations d'épuration. Nous avons jugé intéressant d'élaborer un suivi pour la phase I (Fig. 13). Le tableau n°8 ci-dessous résume les étapes du système de traitement au niveau du complexe

Ce projet a été réalisé par la société Aero-Mod associée à la compagnie Water Link, qui est un fournisseur international en matière de purification des eaux.

- Fin de Conception et 1er test : juin 2003
- Mise en service : le 20-12-2004.



Figure 13 : Unités de traitement des rejets liquides WWT phase I (Document GP1/Z, 2003)

Tableau 8 : Système de traitement au niveau du complexe GP1/Z (phase1) (Document SH)

Système de Traitement	Procédé utilisé	Types des eaux à l'entrée	Types des eaux à la sortie	Destination
WWT phase I (AERO- MOD)	Traitement biologique à boues activées à aération prolongée.	Eaux sanitaires Débit : 200 m ³ /j; DBO ₅ = 200 mg/l ; MES = 200 mg/ ; N-NH ₄ ⁺ =45mg/l ; Huiles = 50 mg/l; T °C= 20 ° C.	Eaux traitées	Rejet vers mer Débit : 175 m ³ /j DBO ₅ = 10 mg/l MES= 15 mg/l N-NH ₄ ⁺ = 01 mg/l
			Boues séchées	Boues Vers décharge
Unité de Déshuilage		DBO ₅ =40 mg/l; MES=30 mg/l; HC totaux=150 mg/l. - Pentane (d=0,63) - Huile chaude(d=0,874) - Huile lubrifiante (d=0,82-0,92) - Huile combustible (Fuel oil) (d=0,85) - Méthanol(d=0,792) - GPL : propane (d=0,586) - Butane(d=0,599)	Huiles	Vers raffinage NAFTAL DBO ₅ =40 mg/l MES=30 mg/l HC totaux=20mg/l
			L'eau claire	Rejet vers mer

1.1.1. Description et avantages de la station

La station d'épuration WWT phase I est installée à l'extrémité du réseau de collecte, juste en amont de la sortie des eaux vers la mer.

Elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées. Chaque dispositif est conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux. Cette succession est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollution à traiter.

1.1.2. Architecture de la station

La station de traitement biologique à boues activées à aération prolongée à faible charge est constituée :

- * Une salle de contrôle comprenant :
- Deux soufflantes d'air travaillant en intermittence ;

- Un dispositif de récupération des boues appelé « DRAIMAD » ;
- Un dispositif de production d’ozone appelé « OZOMAX ».

* La station composée par une succession de bassin.

1.1.3. Dimensionnement et dispositifs

Le dimensionnement d’une installation d’épuration biologique à boues activées porte à la fois sur l’ouvrage d’aération, l’ouvrage de clarification, et son système de recirculation. Notre station comprend en tous six (06) bassins (tableau n°9).

Tableau 9 : Dimensionnement des ouvrages (document SH)

Bassins	Dimensions	Diffuseurs
1- bassin de sélection	1,25 m x 3,05 m	02 diffuseurs d’air
2-bassin d’aération primaire	4,35 m x 5,21 m	08 diffuseurs d’air
3- bassin d’aération secondaire	3,90 m x 5,25 m	08 diffuseurs d’air
4- clarificateur	3,05 m x 3,66 m	Aucun diffuseur
5- bassin de désinfection	1,00 m x 3,66 m	01 diffuseur
6- digesteur	2,15 m x 3,90 m	02 diffuseurs d’air

1.1.4. Avantages

Notre station est équipée d'un système de traitement des eaux usées basé sur le procédé des boues activées, qui comprend des étapes d'aération prolongée afin d'assurer une purification efficace. Ce procédé technologique rénovateur, porte le nom «procédé SEQUOX», auquel a été associé la haute technologie du clarificateur «ClarAtor». Cette combinaison offre la capacité de manipuler des débits de pointes.

Le procédé SEQUOX est un le procédé breveté le plus innovateur dans l’enlèvement biologique d’azote dans les eaux usées. Le SEQUOX est un procédé de réactions séquentielles, appliqué sans qu’il y ait interruption du débit et de la clarification., il offre des avantages multiples :

- Demande d’énergies réduites,
- Extraction biologique des nutriments,
- Elimination des agents chimiques,

- Réservoirs spéciaux pour la nitrification,
- Opération simple, valves réduites au minimum.

Ces avantages sont associés à ceux offerts par le clarificateur «ClarAto» :

- Aucune pièce mobile, pas de composantes électriques,
- Distribution uniforme de l'affluent,
- Captage uniforme de l'effluent,
- Entretien minimal,
- Retrait des boues rapide et efficace.

III.2. Différentes étapes du traitement

Dans le complexe GP1/Z, on utilise les procédés biologiques pour le traitement des eaux sanitaires comme suit (Cf. fig. 20) :

III.2.1. Traitement primaire : Dégrillage

Les trois récepteurs d'eau sanitaire déversent leurs eaux usées dans un bassin d'homogénéisation muni à l'entrée de grilles métalliques assurant un dégrillage afin d'éliminer les débris grossiers (Fig. 14). Les eaux usées traversent par la suite deux pompes broyeuses déclenchées grâce aux sondes à niveau, dans lesquelles les matériaux susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'obstruer les canalisations sont réduits, afin de garantir par la suite un traitement performant.

Cette eau arrive alors au premier maillon de la chaîne de traitement et entre dans le premier bassin de la station : le bassin sélectif.



Figure 14 : Dégrilleur (https : Huber-technology)

III.2.2. Traitement biologique

2.2.2. Bassin sélectif

- ❖ Nombre de bassin 01
- ❖ Volume total 13,6 m³
- ❖ Temps de rétention (design + RAS) 48 min

Le liquide pénètre dans le bassin sélectif aéré où les eaux usées brutes sont combinées avec la biomasse des boues recirculées du clarificateur, pour fournir ainsi un pré conditionnement de l'eau usée brute qui empêche la croissance filamenteuse, permettant alors un arrangement rapide. Le principe des bassins communicants permet à ce mélange de s'écouler ensuite dans le bassin d'aération primaire.

2.2.3. Bassin d'aération primaire et secondaire

- ❖ Nombre de bassin 02
- ❖ Volume total exigé 200 m³
- ❖ Age des boues 24 jours
- ❖ Température de la liqueur mixte 20°C

- Bassin d'aération primaire

L'aération est constante et assurée par les huit (08) diffuseurs installés au fond du bassin. La turbulence créée par l'air, mélange les bactéries avec la matière organique, et les maintient en suspension, donc en contact permanent.

A ce stade, un temps de rétention adéquat est assuré pour permettre la consommation (oxydation) de la matière organique par les bactéries en transformant le carbone en CO₂ et l'azote en nitrates (la nitrification) d'où l'extraction de la DBO et de l'ammoniaque (Fig. 15).

Une partie de la boue formée suite à cette oxydation de la charge organique passe dans le deuxième bassin d'aération (boues fraîches), l'autre partie est pompée vers le digesteur aérobie (boues en excès).



Figure 15 : Bassin de nitrification (Document GP1/Z, 2003)

- Bassin d'aération secondaire

L'aération est assurée par huit (08) diffuseurs installés au fond du bassin, fonctionnant en intermittence. Lors de l'arrêt de l'aération, la biomasse se dépose, et après concentration, elle passe rapidement d'anoxique à anaérobie ; alors un certain nombre d'espèces de bactéries utilisent le nitrate comme source d'oxygène en libérant l'azote à l'état d'élément (Fig. 16).



Figure 16 : Bassin de dénitrification puis filtration (Document GP1/Z, 2003)

A ce stade, la pollution de la phase liquide est transférée vers la phase «boues». Le mélange passe au travers de deux filtres et pénètre dans le Clarificateur.

2.2.3. Clarificateur

- ❖ Nombre de réservoir 01
- ❖ Volume total 40,8 m³
- ❖ Taux des boues recyclées (RAS) 100 %
- ❖ Durée 1 heure

L'affluent est dirigé depuis la surface du bassin d'aération, vers la grille d'entrée du clarificateur (Fig. 17). Cet ouvrage non aéré permet la décantation des boues dans des conditions optimales et assure sa séparation de l'eau traitée.

Pour conserver un stock constant et suffisant de bactéries dans les bassins de boues activées, les boues décantées sont rapidement enlevées du fond du clarificateur par le biais des capots de succion hydrauliques. Ces dispositifs pneumatiques fournissent la tête de succion nécessaire pour la récupération rapide des boues.

La boue activée à recirculer est aspirée dans un canal sur le dessus du clarificateur et déversée à nouveau dans le bassin sélectif. Ce phénomène est appelé retour des boues activées «RAS». Des déversoirs submergés répartissent l'effluent de façon uniforme à la surface du clarificateur et l'écoulement se fait par un système breveté de réglage du débit vers le bassin de désinfection.



Figure 17 : Bassin Clarificateur (Document GP1/Z, 2003)

2.2.4. Bassin de désinfection

L'eau purifiée passe dans le bassin de désinfection où une injection d'ozone est assurée par un dispositif de production de l'ozone, à partir de l'air ambiant appelé «OZOMAX», fournissant en moyenne 120g/h d'ozone. Celui-ci n'assure pas que la désinfection, il permet aussi la désodorisation et le blanchissement (Fig. 18).



Figure 18 : Bassin de désinfection (Document GP1/Z, 2003)

2.2.5. Digesteur

- ❖ Nombre de bassin 01
- ❖ Volume total 42,5 m³
- ❖ Volume soutiré du digesteur 1,04 m³/j
- ❖ L'âge des boues dans le digesteur 38 jours

Durant les étapes précédentes, les bactéries respirent, se nourrissent et se reproduisent. A un certain moment, il y a plus de bactéries qu'initialement. Cette augmentation du stock est évacuée une fois par jour, pendant 15 minutes, d'une manière routinière du circuit du bassin d'aération primaire, pour maintenir une concentration optimale de la population des micro-organismes, d'où un bon traitement. L'évacuation des boues du système est dite déchargement des boues activées «WAS» vers le digesteur aérobic. Lors de cette évacuation, l'aération dans le digesteur assuré par deux diffuseurs d'air (O₂), est arrêtée. Une fois les boues arrivées au digesteur, une faible aération est déclenchée dans le but de maintenir le mélange en suspension, et prévenir des dégagements d'odeurs. Les boues sont soumises à un régime de respiration endogène caractérisé par un taux de mortalité supérieur au taux de croissance.

On interrompt l'aération environ une heure (01) avant le pompage des boues fraîches, afin de permettre aux vieilles boues de se déposer et d'être évacuées du digesteur. Ce soutirage se fait pendant une demi-heure vers le système de traitement des boues. Le liquide surnageant se décante et retourne au bassin d'aération secondaire.

III.2.3. Traitement des boues

Les boues stabilisées en provenance du digesteur sont aspirées à travers une canalisation souterraine par une pompe et refoulées dans une cuve en polyéthylène, reliée à une pompe doseuse, permettant l'ajout du floculant «ZETAG 7587» pour casser la stabilité colloïdale et pour augmenter artificiellement la taille des particules. Ceci permet alors la formation d'un floc de boue et d'un liquide clair. Cette mixture est pompée par la suite vers le dispositif de déshydratation naturelle «DRAIMAD» où sont suspendus six (06) sacs poreux en polyéthylène, qui reçoivent la mixture refoulée.

Les particules solides sont retenues et compactées dans les sacs et le liquide est drainé à travers un dispositif de drainage, situé en bas du «DRAIMAD» ; les sacs sont laissés dans l'unité pendant 12 à 24 heures. Le temps de séchage varie de 3 semaines à un mois et demi, selon les conditions climatiques. Le mécanisme entier est contrôlé automatiquement, les boues séchées sont transportées vers la décharge (Fig. 19).



Figure 19 : Unité Séchage des Boues (DRAIMAD) (Document GP1/Z, 2003)

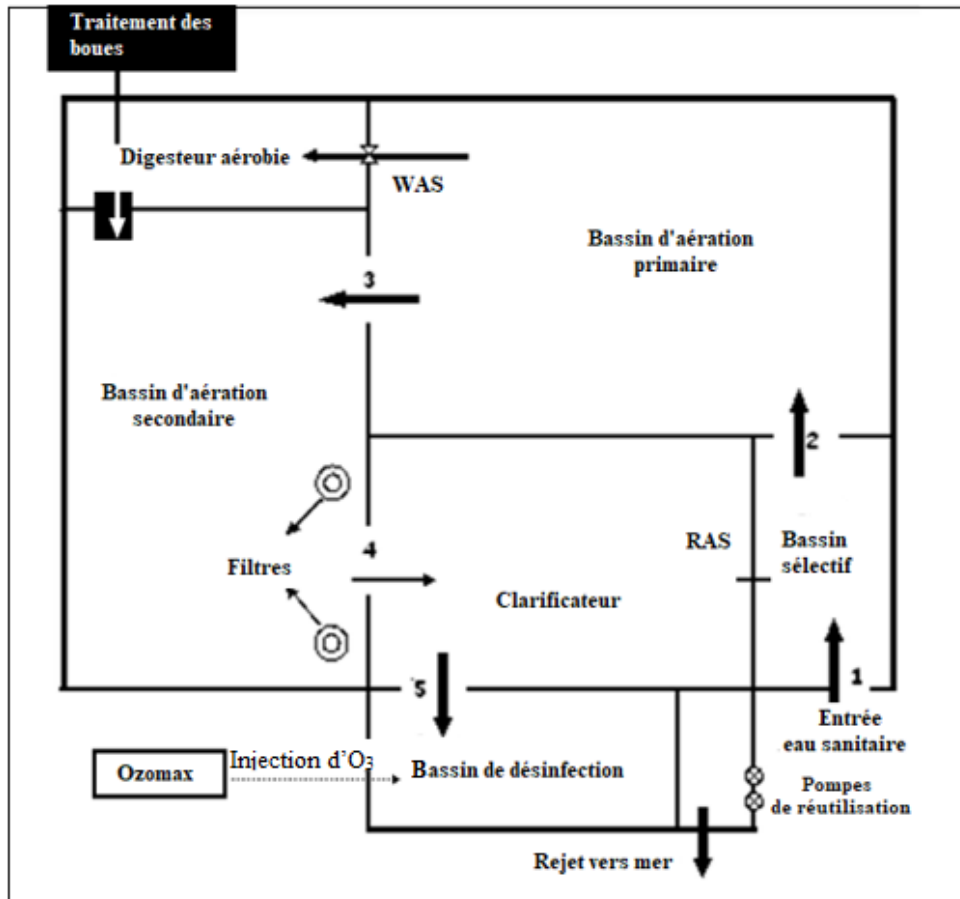


Figure 20 : Schéma synoptique de la station WWT phase I (Document GP1/Z, 2003)

III.3. Station de déshuilage

III.3.1. Système de collecte

Les eaux huileuses en provenance de toute l'usine sont collectées dans les récepteurs munis de pompe, permettant le refoulement de ces eaux vers le bassin de réception de la station de déshuilage (Fig. 21) où elles sont provisoirement stockées.

III.3.2. Description de la station et les étapes de traitement

Cette station a été rénovée, un nouveau séparateur technologique a été installé. Sa mise en service a débuté en 2004. Les eaux huileuses stockées dans le bassin de réception de l'unité de déshuilage alimentent le séparateur d'huile API au moyen de la pompe d'épuisement d'eaux huileuses. L'eau usée arrivant au séparateur, entre successivement dans :

3.2.1. La chambre de séparation

La chambre de séparation d'huile, comporte la nervure contenant des médias de fusion oléfinique permettant l'agglomération des gouttelettes pour former des granules plus volumineux. L'huile séparée par différence de densité s'écoulera sans difficulté dans la chambre d'huile.

3.2.2. La chambre des boues

La chambre des boues dont les côtés sont inclinés (45°), est située au-dessous des plateaux de fusion. Cette configuration favorise la sédimentation facile et rapide des particules solides.

3.2.3. La chambre d'huile

L'huile séparée est transférée vers un bac de stockage d'huile par le biais de deux pompes. En cas d'une menace de débordement d'huile dans le bac, l'huile est alors refoulée vers le bassin de réception de la station (système trop plein). Cette huile est chargée par camions par la pompe par la société NAFTAL.

3.2.4. La chambre de l'eau claire (l'effluent)

L'eau claire passe sur le barrage de l'effluent placé sous la cloison de rétention d'huile et s'écoule à travers un déversoir (Manuel opératoire du complexe GP1/Z, 2010).



Figure 21 : Station de déshuilage (Document GP1/Z, 2003)

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail les différents procédés d'épuration physico-chimiques et biologiques mis en œuvre au sein de la station d'épuration des eaux usées du complexe GP1/Z.

Cette station d'épuration utilise le système traditionnel des boues activées pour traiter les eaux sanitaires, mais également une station déshuilage. Ce système consiste à appliquer des prétraitements aux eaux usées avant de les soumettre à des traitements biologiques dans des bassins d'aération. Les boues résultant du processus de traitement sont ensuite transférées vers un clarificateur, également appelé décanteur secondaire, où elles sont séparées des eaux épurées. De cette manière, l'eau épurée peut être évacuée vers la mer, tandis que les boues séchées sont acheminées vers une décharge. Les huiles résultant de la station de traitement de déshuilage sont récupérées par la société NAFTAL.

Il est important de souligner que le rôle de cette STEP se limite au traitement secondaire, dont l'objectif principal est de rendre les eaux usées conformes aux normes réglementaires pour leur rejet dans le milieu naturel.

L'objectif principal de ce travail est de réaliser une analyse physico-chimique et biologique des eaux usées de la station d'épuration du complexe GP1/Z Phase I en sortie, pour contrôler les différentes étapes de traitement afin d'assurer un bon fonctionnement de la STEP. Les analyses ont été faites au niveau de laboratoire du Complexe GP1/Z. Elles concernent les paramètres suivants : Température, Potentiel d'hydrogène pH, Demande chimique en oxygène DCO, Demande biologique en oxygène pendant 5 jour DBO₅, Matières en Suspension, Fer, Acide Phosphorique PO₄³⁻, Huile et graisse, Hydrocarbures Totaux.

IV.1. Analyses des eaux usées : modes opératoires pour la phase I

IV.1.1. Echantillonnage des eaux

Durant ma période de stage au sein du complexe GP1/Z, qui a duré deux mois ((Février et Mars 2023), j'ai pu assister au prélèvement de deux échantillons, à partir de la sortie finale de la STEP. En plus des résultats de ces deux échantillons, nous avons également traité les résultats d'analyses des eaux sur une période de 6 mois (d'Octobre 2022 au Mars 2023).

1.1.1. Principe

Les techniques d'échantillonnage et de conservation sont développés de manière à assurer que les échantillons prélevés et introduits dans les appareils d'analyse représentent bien la composition du milieu d'où ils sont extraits.

1.1.2. Matériel utilisé

Les récipients utilisés pour les prélèvements sont en général en verre ou en plastique, bien propres pour qu'il ne s'y produise aucune perte ou contamination, et étiquetés de façon à identifier l'échantillon à tout moment.

1.1.3. Manipulation et conservation des échantillons

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

1.1.4. Mode opératoire

- Utiliser un récipient étiqueté et bien propre.
- Purger la conduite de la prise d'échantillon et rincer au moins trois fois le récipient avant de le remplir avec le produit à analyser.
- Remplir le récipient et le fermer hermétiquement ; pour les produits qui ne sont pas analysés dans l'immédiat, appliquer la procédure de conservation des échantillons

Cette méthode donne une description générale des techniques d'échantillonnage pour les systèmes d'eaux, particulièrement des eaux de chaudières, eau de refroidissement, du condensât, de la vapeur et des eaux usées.

IV.1.2. Détermination de la température

- Principe

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous.

- On utilise le thermomètre pour mesurer la température (Fig. 22).
- Les mesures sont exprimées en °C.
- Cette mesure doit être faite lors du prélèvement.

- Mode opératoire

Utiliser un thermomètre au dixième degré monté dans une gaine terminée par un petit réservoir afin que la température ne varie pas entre l'instant où l'instrument est retiré de l'eau au moment de la lecture.

IV.1.3. Mesure du pH

- Principe

Le pH est la concentration des ions H^+ présents dans l'eau.

- Appareillage

1. pH Mètre avec électrode en verre.
2. Etalonnage du pH Mètre (Fig. 23)
 - Chaque jour, procéder à l'étalonnage du pH mètre avec des solutions étalons de $pH = 4,0 \pm 0,01$ et 10,01
 - Réajuster le pH si c'est nécessaire.

- Mode opératoire

Bien rincer l'électrode de verre avec l'eau distillée.

- Rincer encore une fois l'électrode avec l'échantillon.
- Plonger ensuite l'électrode dans l'échantillon.
- Allumer le pH mètre et lire le pH directement sur le cadran.



Figure 22 : Appareil Multi 9630 IDS (T°, pH)

IV.1.4. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

- Principe

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation énergétique des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Elle complète la mesure de la DBO₅ en tenant compte des matières organiques difficilement dégradables en 05 jours, mais qui constituent une source de pollution potentielle.

- Mode opératoire

Méthode digestion par réacteur (pour eau résiduaire et eau de mer) :

- Homogénéiser 100 ml d'échantillon pendant 30 secondes.
- Allumer le réacteur du DCO, et le préchauffer à 150 °C.
- Placer l'écran de sécurité devant le Réacteur.
- Retirer le bouchon d'un des réactifs de DCO de la gamme appropriée de :
 - 0– 150 mg/l gamme basse.
 - 0 – 1500mg/l gamme haute.
 - 0 – 15000mg/l gamme plus haute.

Tenir le tube incliné à 45° et pipeter 0.2 ml d'échantillon dans le tube.

(0.2 ml d'échantillon pour la gamme de 0 –15000mg/l).

- Fermer hermétiquement le bouchon du tube, rincer le tube DCO à l'eau distillée, et l'essuyer soigneusement avec un papier absorbant.
- Retourner le tube plusieurs fois, pour mélanger le contenu (le tube devient très chaud lors du mélange).

- Placer le tube de DCO dans le Réacteur préchauffé à 120°C.
- Préparer un blanc en répétant les étapes 3 à 6 en remplaçant l'échantillon par l'eau distillée.
- Chauffer le tube pendant deux (02) heures.
- Eteindre le Réacteur, et attendre environ 20 minutes pour le refroidissement du tube.
- Retourner chaque tube plusieurs fois pendant qu'il est encore chaud.
- Laisser refroidir à la température ambiante.
- Passer à la mesure colorimétrie au spectre, en procédant comme suit :
- Entrer le numéro de programme mémorisé pour la DCO, gamme basse.
- Presser : 430 et sur la touche ENTER.
- L'affichage indique : Régler à 420mm.
- Tourner le bouton de réglage de longueur d'onde jusqu'à ce que l'affichage indique 420mm.
- Lorsque la longueur d'onde correcte est affichée, l'affichage indique brièvement : BLANC puis : mg/l DCO GB.
- Placer l'adaptateur DCO dans le puits de mesure avec le repère vers la droite.
- Essuyer l'extérieur du tube d'essai à blanc avec un tissu propre.
- Placer le blanc dans l'adaptateur avec le logo Hach dirigé vers l'opérateur et fermer le capot.
- Presser : ZERO, l'affichage indique : Réglage zéro, puis : 0.0 mg/l DCO GB.
- Essuyer l'extérieur du tube d'échantillon avec un tissu propre.
- Placer le tube dans l'adaptateur avec le logo Hach dirigé vers l'opérateur, et Fermer le capot.
- Presser : READ, l'affichage indique : Lecture, puis le résultat en mg/l de DCO.

NB : Pour la gamme haute et plus haute, presser sur programme **435** à la longueur d'onde 620mm et répéter la procédure d'analyse comme pour la gamme basse (Fig. 23).



Figure 23 : Réacteur DCO

IV.1.5. Détermination de la demande biologique en oxygène DBO₅

- Principe

La mesure de la demande biologique en oxygène (DBO) est conduite pendant une période de 05 jours à une température de 20°C. Cet essai mesure la quantité d'oxygène consommé par les bactéries pour l'oxydation des matières organiques dans un échantillon d'eau. Les résultats de l'analyse permettent de déterminer la consommation d'oxygène de façon à estimer l'efficacité de l'épuration et déterminer les méthodes de traitement appropriées.

- Mode opératoire

- Réchauffer ou refroidir un volume échantillon à moins de 02°C de la température d'incubation (en général 20°C, 68°F).
- Au moyen d'une éprouvette graduée propre, verser un volume approprié de l'échantillon dans l'un des flacons de l'appareil. Voir tableau n°10 pour la sélection du volume d'échantillon.

Tableau 10 : Volumes des échantillons en fonction de la gamme de DBO

Gamme de DBO	Volume nécessaire (ml)
0 - 35	420
0 - 70	355
0 - 350	160
0 - 700	95

- Placer un barreau d'agitation magnétique dans chaque flacon d'échantillon.
- Ajouter le contenu d'une gélule de tampon nutritif DBO à chaque flacon pour une croissance optimale.
- Appliquer de la graisse pour robinet sur le bord de chaque flacon et sur la lèvre de la cupule.
- Placer une cupule dans le goulot de chaque flacon.
- Avec l'entonnoir fourni, ajouter le contenu d'une gélule d'hydroxyde de lithium à chaque cupule.
Ne pas laisser tomber de particules d'hydroxyde de lithium dans l'échantillon, si cela se produit, éliminer l'échantillon et en préparer un nouveau.
- Placer les flacons sur l'appareil DBO, raccorder le tuyau approprié au flacon et serrer correctement le bouchon.
- Placer l'appareil dans un incubateur.
- Mettre en marche l'appareil.
- Vérifier que tous les barreaux d'agitation sont en mouvement.
- Pour sélectionner une durée d'essai, presser simultanément et maintenir les touches <(gauche) et (droite) > jusqu'à ce que Le menu de temps apparaisse. Presser la touche CHANNEL 6 pour activer le paramètre de durée d'essai. Utiliser les touches <(gauche) et (droite)> pour choisir une durée de 5,7 ou 10 jours. Presser OFF pour mémoriser la sélection et quitter le menu.
- Pour démarrer un essai, presser le numéro de voie du flacon (chaque voie doit être mise en marche individuellement).
- Presser la touche ON Un menu pour la sélection de la gamme DBO est affiché.

Pour la gamme 0-350 mg/l, presser la touche > (droite).

Pour la gamme 0-700 mg/l, presser la touche > (droite) une seconde fois.

Pour la gamme 0-35 mg/l, presser la touche < (gauche).

Pour la gamme 0-70 mg/l, presser la touche < (gauche) une seconde fois.

- Presser et maintenir la touche ON pour démarrer un essai. Pour annuler un essai, presser la touche OFF.
- Lire les résultats de DBO directement à l'affichage de l'appareil DBO Track (Fig. 24) en pressant le numéro de voie correspondant à chaque échantillon
- Utiliser un goupillon et de l'eau chaude savonneuse pour nettoyer tous les flacons, les barreaux d'agitation et les cupules. Rincer soigneusement à l'eau distillée.

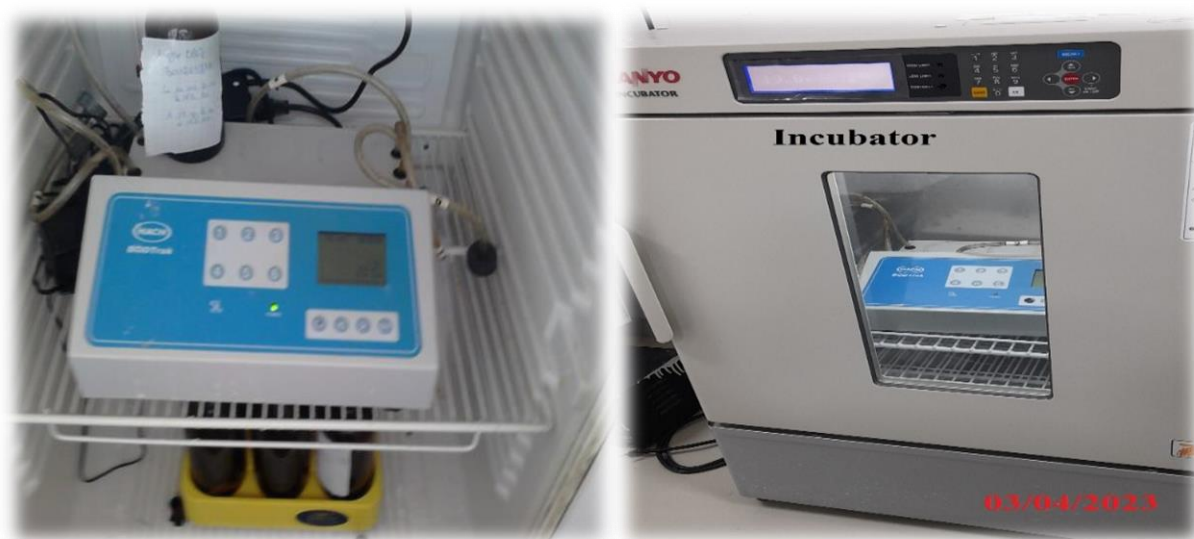


Figure 24 : Réacteur DBO

IV.1.6. Matières en Suspension

- Principe

La méthode photométrique de détermination des matières en suspension est une mesure directe simple qui ne nécessite ni filtration, ni séchage, ni pesée comme dans la méthode gravimétrique.

- Appareillage

- 1- Cuvettes colorimétriques de 25 ml.
- 2- Spectrophotomètre.

- Méthode photométrique

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour les matières en suspension (résidus non filtrables).
 - Presser : 630mm entrer.
 - L'affichage indique : régler à 810mm
- Tourner le bouton de réglage de longueur d'onde jusqu'à ce que l'affichage indique : 810mm.
- Homogénéiser 500ml d'échantillon dans un bécher.
- Pipeter 25ml de l'échantillon homogénéisé, verser le volume pipette dans une cuvette.
- Verser 25 ml d'eau désionisée dans une autre cuvette.
- Placer le blanc dans le puits de mesure et fermer le capot.
- Presser zéro l'affichage indique : réglage zéro puis : 0 mg / l MAT en SUS.
- Agiter la cuvette de l'échantillon préparé pour éliminer les bulles du gaz et obtenir une suspension uniforme.
- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure : fermer le capot.
- Presser READ : l'affichage indique : lecture puis le résultat en mg/l. de matières en suspension s'affiche.

IV.1.7. Détermination de la teneur en Fer

- Principe

Le réactif Ferro Ver réagit avec tout le fer dissous et la plupart des formes insolubles du fer présent dans l'échantillon, pour produire du fer ferreux soluble. Le fer ferreux réagit avec la 1,10 phénanthroline du réactif pour former une coloration orange proportionnelle à la concentration du Fer.

- Appareillage

- Ferro Ver en gélules pour échantillon de 10 ml.
- Cuvettes colorimétriques de 10 ml.
- Elévateur pour cuvette de 10 ml.
- Spectrophotomètre.

- Mode opératoire

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour le Fer (Fe), méthode Ferro Ver, réactif en gélules.
- Presser : 265 ENTER L'affichage indique : Régler à 510mm.

- Tourner le bouton de réglage de longueur d'onde jusqu'à ce que l'affichage indique : 510nm. Lorsque la longueur d'onde correcte est affichée, l'affichage indique brièvement : Blanc puis : mg/l Fe FV.
- Placer l'élevateur pour cuvette de 10 ml dans le puits de mesure.
- Remplir une cuvette de 10 ml avec 10 ml d'échantillon.
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif Ferro Ver à la cuvette (Agiter pour mélanger). En présence du fer, une coloration orange se développe.
- Presser SHIFT TIMER Une période de réaction de 3 minutes commence. Pour des échantillons contenant de la rouille visible, laisser réagir au moins 5 minutes.
- Lorsque le minuteur sonne, l'affichage indique : mg/l Fe FV Remplir une autre cuvette (le blanc) avec 10 ml d'échantillon.
- Placer le blanc dans le puits de mesure. Fermer le capot.
- Presser : ZERO L'affichage indique : Réglage zéro puis : 0,00 mg/l Fe FV
- Moins de trente minutes après la sonnerie du minuteur, placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure. Fermer le capot.
- Presser : READ L'affichage indique : Lecture puis le résultat en mg/l de fer s'affiche.

IV.1.8. Détermination de l'ion acide phosphorique (P0_4^{3-})

- Mode opératoire

- Mettre le spectrophotomètre HACH en service en sélectionnant le programme 480 et la longueur d'onde 430nm.
- Prélever 25 ml d'échantillon dans une éprouvette de 100 ml avec bouchon.
- Ajouter 01ml de la solution d'acide molybdène vanadate d'ammonium.

Méthode de préparation de la solution d'acide molybdène vanadate d'ammonium :

- Dissoudre 40g de Molybdate d'ammonium dans 400ml d' H_2O .
- Dissoudre 1g de méta vanadate d'ammonium dans un mélange de 300 ml d' H_2O et de HNO_3 .
- Mélanger les deux (02) solutions ci-dessus dans 1000 ml d' H_2O
- Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions que l'échantillon avec l'eau distillée.
- Bien agiter et laisser au repos pendant trois (03) minutes.

- Mettre l'horloge de l'appareil en marche en appuyant sur le bouton SHIFT et ensuite sur le bouton TIME l'appareil affiche trois minutes (03 mn).
- Après 03 minutes de temps l'appareil émet un son sonore qui indique que l'appareil est prêt pour analyse.
- Verser le contenu de l'essai à blanc et de l'échantillon respectivement dans deux (02) cuves en verre de 25 ml et bien nettoyer les surfaces extérieures.
- Mettre le blanc en premier dans le compartiment d'analyse et fermer le couvercle.
- Appuyé sur le bouton ZERO et l'appareil affiche zéro concentration.
- Passer ensuite l'échantillon juste après et fermer le couvercle.
- Appuyer sur le bouton READY et l'appareil (Fig. 25) affiche directement le résultat en mg/l de PO_4^{3-} .



Figure 25 : Spectrophotomètre DR 5000 (MES, Fer, PO_4^{3-})

IV.1.9. Analyse des huiles, graisses et hydrocarbures dans les eaux huileuses

- But

Cette méthode permet de mesurer la quantité des huiles, graisses et hydrocarbures totaux en mg/l contenus dans les eaux huileuses.

- Principe

Les huiles, graisses et hydrocarbures totaux dissous dans les eaux (usées, huileuses) ; sont extraites par le solvant S-316 (Fig. 26).

Après extraction, la phase solvant est séparée et dirigée vers la cellule de mesure de l'analyseur à infrarouge OSMA310 (HORIBA) (Fig. 27).

- Appareillage & réactifs

- Acide chlorhydrique concentré
- Solvant extraction (C4Cl4F6) (HORIBA S316).
- Analyseur des hydrocarbures, huiles & graisses OCMA 310.
- Ampoule à décanter 100ml avec robinet d'arrêt.
- Entonnoir.
- Becher de 100ml.

- Mode opératoire

- Prendre 15ml de solvant pur du b cher avec la seringue et le verser dans la cuve d'extraction ;
- Ajouter 01 goutte d'acide chlorhydrique.
- Additionner 15ml de l'échantillon.
- Lancer l'extraction pendant 40s.
- Ouvrir la vanne d'extraction.
- Attendre la stabilisation de la mesure (sans appuyer sur le bouton mesure).
- Fermer la vanne d'extraction.
- Ouvrir la vanne de drain.
- Fermer la vanne de drain.
- Répéter les opérations de « A   E » une seconde fois.
- Ouvrir la vanne d'extraction et appuyez sur le bouton « mesure »
- Lire sur l'écran LCD de mesure et multiplier par le facteur de dilution.



Figure 26 : Solvant HORIBA



Figure 27 : Appareil HORRIBA OCMA 310

IV.2. Résultats et interprétations

IV.2.1. Température

Le tableau n°11 montre d'importantes variations de température entre les mois (selon la saison). Les températures fluctuent entre une valeur minimale de 16°C durant le mois de Janvier 2023 et une valeur maximale de 26°C durant le mois d'Octobre 2022, la valeur moyenne étant de 21.17°C.

Tableau 11 : Température des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (T°C)	26	22	24	16	17	22
Normes (T°C)	Max 30	Max 30	Max 30	Max 30	Max 30	Max 30



Figure 28 : Variation de température des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

D'après la représentation graphique (Fig. 28), les valeurs de température des eaux sortantes de la STEP GP1/Z sont correctes et respectent les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la réglementation algérienne (30°C).

IV.2.2. pH

Le tableau n°12 montre que le pH oscille entre une valeur minimale de 6.2 au mois de Janvier et une valeur maximale de 7.5 au mois de Mars 2023, avec une valeur moyenne de 6.88.

Tableau 12 : Valeurs du pH des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I	6.9	7.1	6.9	6.2	6.7	7.5
Normes mini	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Normes max	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5

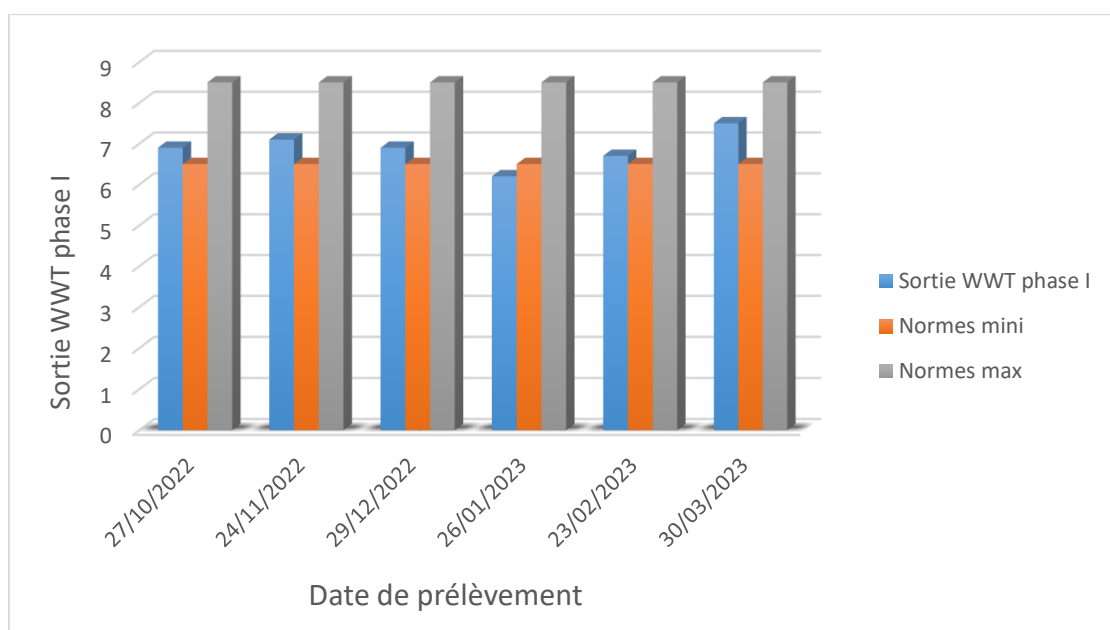


Figure 29 : Variation de pH des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

Les valeurs du pH des eaux sortantes de la STEP de GP1/Z (Fig. 29) respectent généralement la norme algérienne, qui stipule une plage acceptable de pH de 6,5 à 8,5. Bien que la valeur de 6,2 soit légèrement inférieure à la norme minimale (6,5), suggérant une légère acidité probablement causée par la présence de matières organiques dégradables, produisant des acides lors du traitement. Toutefois, ces valeurs proches de la limite minimale ne semblent pas poser de problème majeur.

IV.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les teneurs de la DCO enregistrée au STEP GP1/Z (Tableau n°13) oscillent entre une valeur minimale de 40mg/l d'O₂ enregistrée en Octobre et une valeur maximale de 102mg/l en Février. La moyenne est de 68.33mg/l d'O₂.

Tableau 13 : Résultats des analyses de DCO des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	40	62	74	77	102	55
Normes (mg/l)	120	120	120	120	120	120

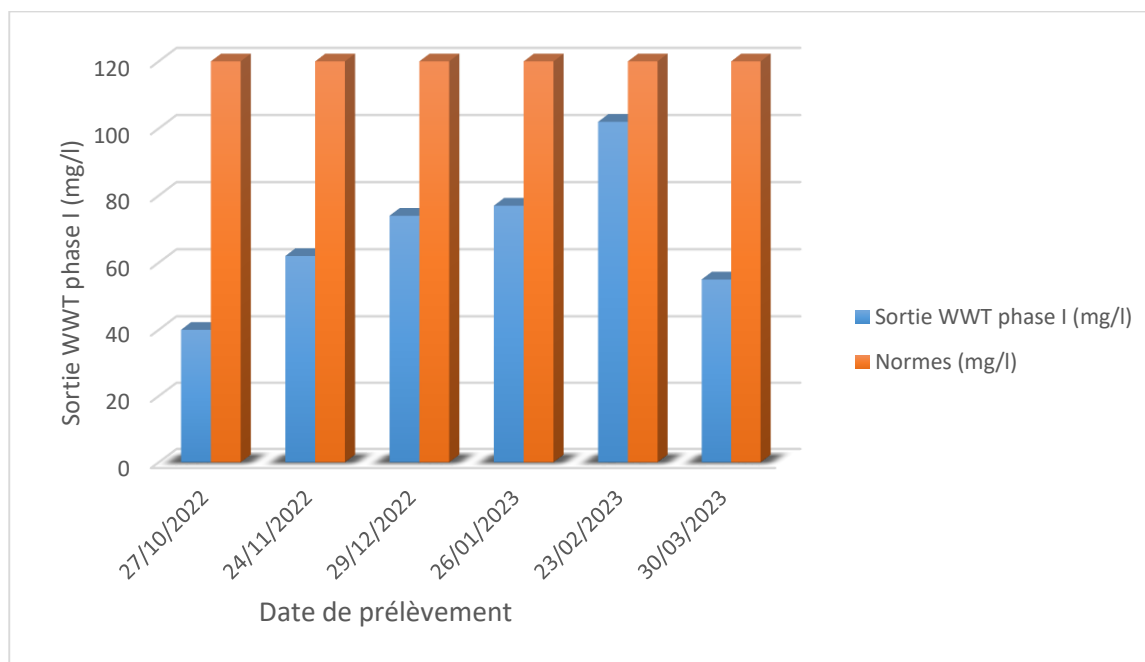


Figure 30 : Variation de DCO des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

La représentation graphique des valeurs de la demande chimique en oxygène des eaux sortantes de la STEP GP1/Z (Fig. 30) indique que les mesures sont très variables et respectent la valeur seuil de la réglementation en vigueur de notre pays qui est de 120mg/l.

IV.2.4. Demande biologique en oxygène DBO₅

Les valeurs de la DBO₅ enregistrées au STEP GP1/Z subissent une légère variation durant la période de notre étude (Tableau n°14), avec une valeur minimale de 17mg/l en Janvier et une valeur maximale de 30mg/l en Mars, la moyenne étant est de 20.83mg/l.

Tableau 14 : Résultats des analyses de DBO₅ des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	20	19	19	17	20	30
Normes (mg/l)	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35

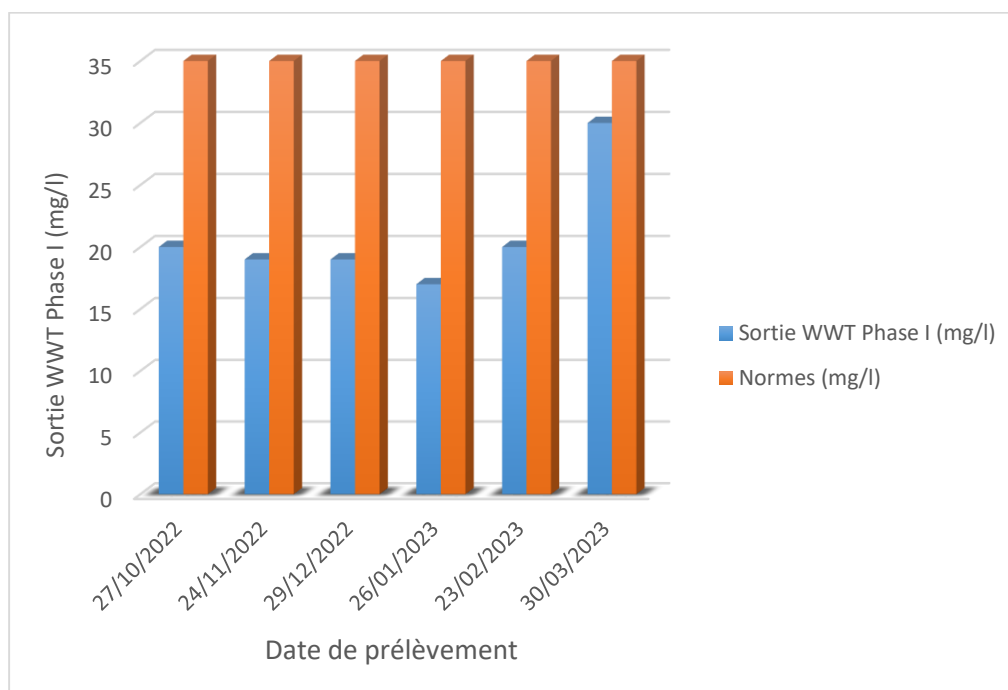


Figure 31 : Variation de DBO₅ des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

Selon la représentation graphique des demandes biochimiques en oxygène des eaux sortantes de la STEP GP1/Z (Fig. 31), toutes les valeurs sont inférieures à 35mg/l, cela indique que les eaux usées ont été traitées avec succès et qu'elles sont conformes aux réglementations environnementales en vigueur.

IV.2.5. Rapport DCO/DBO₅

Les résultats de variation du rapport DCO/DBO₅ des eaux sortantes de la STEP GP1/Z (Tableau n°15, Fig. 32), nous donnent une indication sur la biodégradabilité (K) des substances organiques des eaux usées. Nous avons constaté une augmentation des valeurs de l'indice de biodégradabilité. Ceci peut s'expliquer par la diminution de la partie biodégradable de la matière organique.

La valeur moyenne K, comprise entre $2,5 \leq K=3.44 \leq 5$, nous laisse penser que l'épuration par les procédés biologiques habituels, est moins sûr. Les rejets de cette phase nécessitent donc, soit un traitement chimique, soit un apport de micro-organismes spécifiques à l'élément chimique dominant dans l'eau résiduaire.

Tableau 15 : Résultats des analyses de DCO/DBO₅ des eaux usées traitées

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
DCO/DBO ₅ (K)	2	3.26	3.89	4.53	5.10	1.83

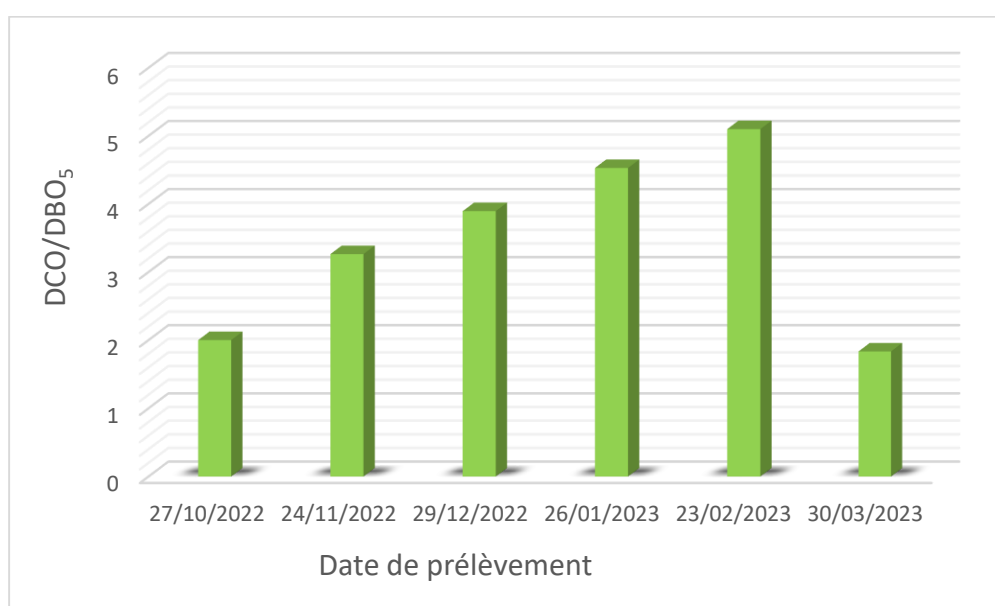


Figure 32 : Rapport DCO/DBO₅ des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

IV.2.6. Matières en Suspension (MES)

Les valeurs de MES sont représentées par le tableau n°16. La plus forte teneur est enregistrée aux mois de Janvier et Février, avec 18mg/l et la valeur la plus faible est de 10mg/l, enregistrée au mois d'Octobre 2022, avec une moyenne de 15.33mg/l.

Tableau 16 : Résultats des analyses de MES des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	10	15	15	18	18	16
Normes(mg/l)	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35

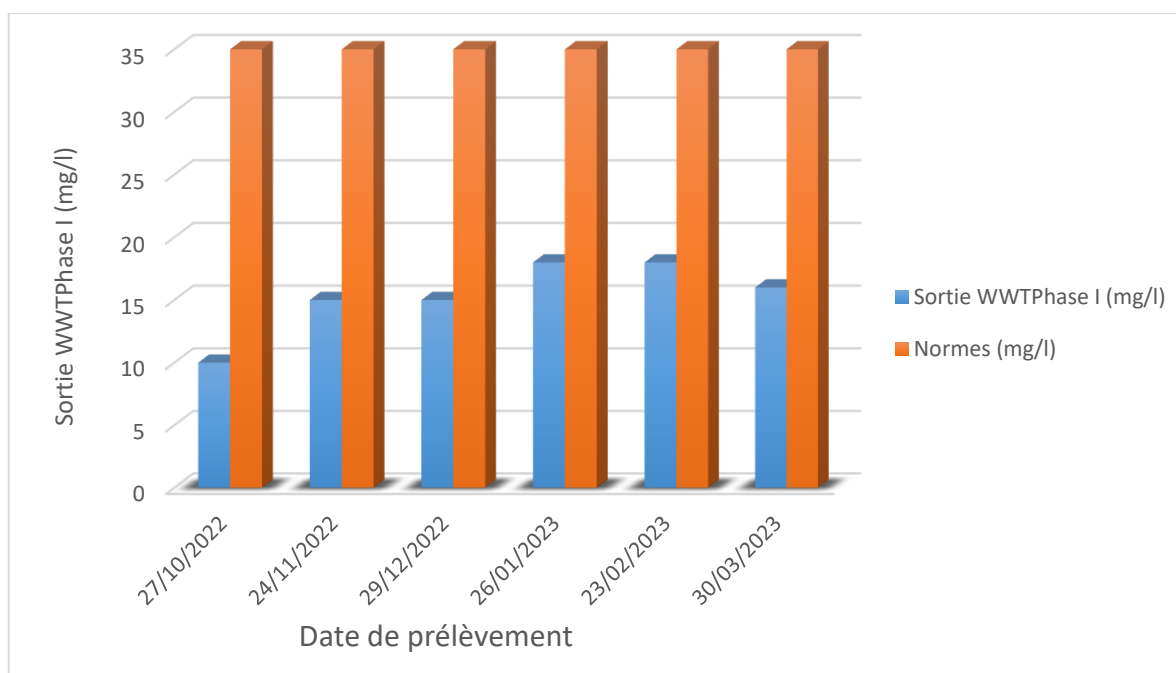


Figure 33 : Variation de MES des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

D'après la représentation graphique des valeurs de dosage des matières en suspension des eaux sortantes de la STEP GP1/Z (Fig. 33), les résultats obtenus de la phase I sont très faibles par rapport à la norme de rejet (35mg/l), et ne dépassent pas les 18mg/l. Cela montre que le traitement des eaux usées est efficace et que les particules solides sont bien éliminées.

IV.2.7. Teneur en Fer

Les teneurs en fer sont représentées par le tableau n°17. La moyenne est de 1.06mg/l, la teneur la plus faible en fer (0.78mg/l) est enregistrée durant le mois d'Octobre, et la teneur plus élevée (1.80mg/l) au mois de Février.

Tableau 17 : Résultats des analyses du Fer dans les eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	0.78	0.91	0.98	0.96	1.80	0.98
Normes (mg/l)	Max 3	Max 3	Max 3	Max 3	Max 3	Max 3

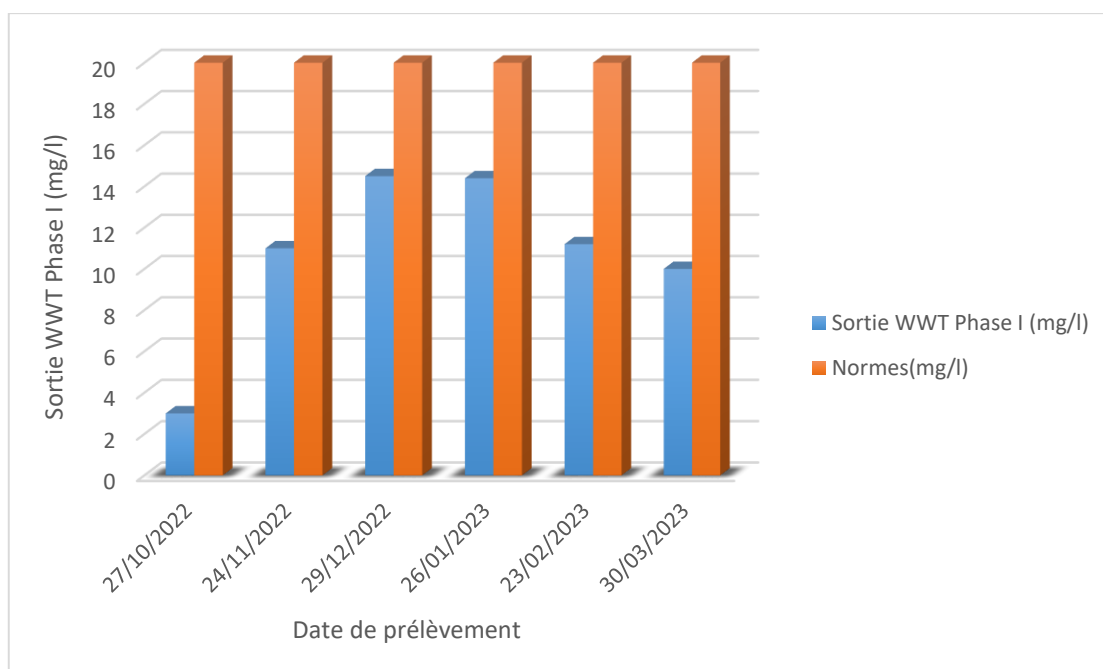


Figure 34 : Variation de Fer des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

Les teneurs en Fer des eaux sortantes de la STEP GP1/Z (Fig. 34) obtenues sont dans les normes et ne dépassent pas 1,8mg/l, valeur bien en dessous de la concentration maximale (3mg/L). Cela indique que le traitement des eaux usées est efficace et que les particules de fer ont bien été éliminées.

IV.2.8. Acide phosphorique ($P0_4^{3-}$)

Les valeurs de phosphate sont représentées par le tableau n°18. La plus forte teneur est enregistrée au mois de Mars (8mg/l), et la valeur la plus faible est de 2.28mg/l, enregistrée au mois d'Octobre, avec une moyenne de 3.46mg/l.

Tableau 18 : Résultats des analyses de $P0_4^{3-}$ des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	2.28	2.29	2.61	2.62	3.01	8
Normes (mg/l)	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10

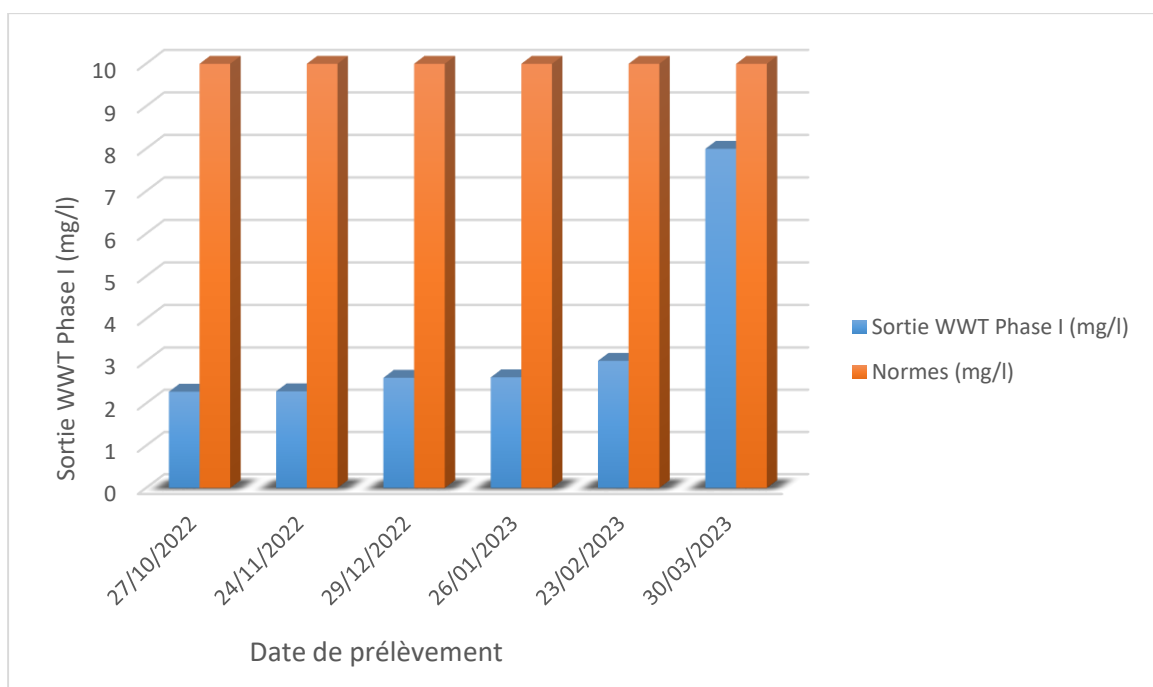


Figure 35 : Variation de PO₄³⁻ des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

Les valeurs de phosphate des eaux sortantes de la STEP GP1/Z (Fig. 35) obtenues respectent les normes en vigueur, se situant bien en dessous de la concentration maximale autorisée de 10mg/L. Ces résultats indiquent l'efficacité du traitement des eaux usées et la bonne élimination des particules de PO₄³⁻.

IV.2.9. Huiles et graisses dans les eaux huileuses

Les valeurs des huiles et graisses sont représentées par le tableau n°19. La valeur la plus élevée est enregistrée au mois de Décembre (14.5mg/l), et la valeur la plus faible est de 3mg/l, enregistrée au mois d'Octobre, avec une moyenne de 10.68mg/l.

Tableau 19 : Résultats des analyses des huiles et graisses des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	3	11	14.5	14.4	11.2	10
Normes (mg/l)	Max 20	Max 20	Max 20	Max 20	Max 20	Max 20

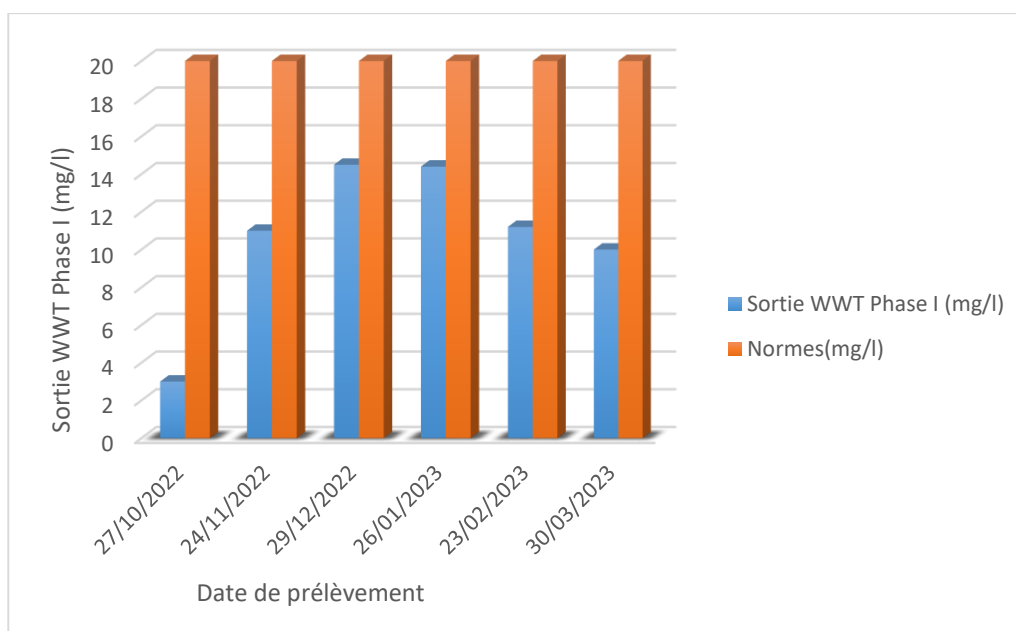


Figure 36 : Variation des huiles et graisses des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

D'après le graphique présentant les valeurs des huiles et graisses de la STEP GP1/Z (Fig. 36), les valeurs mesurées sont conformes aux normes réglementaires. Elles ne dépassent pas la limite seuil de 20mg/l, ce qui montre l'efficacité de ce traitement et que les huiles et graisses ont été éliminées avec succès.

IV.2.10. Analyse des hydrocarbures totaux

Le tableau n°20 présente les valeurs des hydrocarbures, avec une valeur maximale de 8.7mg/l, enregistrée en Janvier 2023, et une valeur minimale de 4mg/l, enregistrée en Novembre 2022 et Mars 2023. La concentration moyenne des hydrocarbures est de 6.67mg/l.

Tableau 20 : Résultats des analyses des hydrocarbures des eaux usées traitées (Laboratoire GP1/Z)

Date de prélèvement	27/10/2022	24/11/2022	29/12/2022	26/01/2023	23/02/2023	30/03/2023
Sortie WWT Phase I (mg/l)	7	4	8.6	8.7	7.7	4
Normes (mg/l)	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10

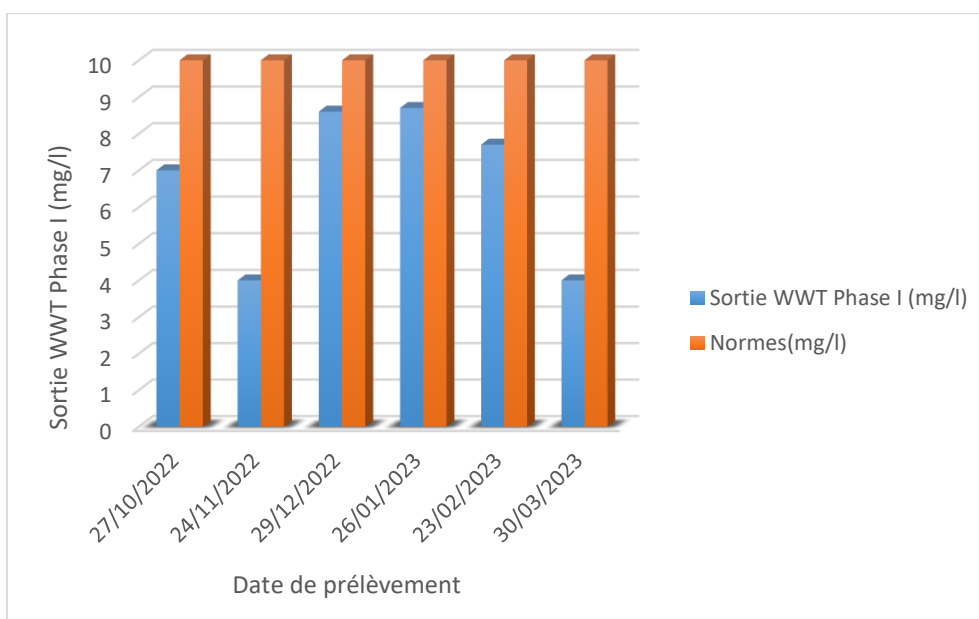


Figure 37 : Variation des hydrocarbures des eaux traitées (27/10/2022 au 30/03/2023)

La figure 37 représente les concentrations des hydrocarbures de la STEP GP1/Z. Les valeurs sont conformes et restent en dessous de la limite seuil de 10 mg/l, ce qui démontre que le traitement des eaux usées est efficace. Cette observation suggère une élimination réussie des hydrocarbures.

IV.3. Conclusion

Dans ce chapitre, une présentation détaillée du matériel et des méthodes d'analyse a été faite. Pour pouvoir évaluer la qualité des eaux traitées à la sortie de la station d'épuration de GP1/Z, plusieurs paramètres ont été testés : température, potentiel d'hydrogène (pH), DCO, DBO₅, matières en suspension, Fer, acide phosphorique PO₄³⁻, huile et graisse, et les hydrocarbures totaux. Toutes les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire du complexe GP1/Z, durant la période allant du 27 Octobre 2022 jusqu'au 30 Mars 2023, à raison d'un prélèvement par mois.

Globalement, les résultats des analyses physico-chimiques sont conformes aux normes réglementaires en vigueur, et suggèrent que la STEP est en mesure de jouer son rôle dans la préservation de l'environnement et de la santé publique, en garantissant la qualité de l'eau rejetée dans la mer.

Toutefois, il est important de souligner que la surveillance régulière de la qualité de l'eau est essentielle pour s'assurer que le traitement des eaux usées reste efficace et que les normes réglementaires soient respectées en permanence.

Conclusion Générale

Les effluents liquides rejetés par les industries des hydrocarbures représentent une menace significative pour les ressources vivantes et la biodiversité, en particulier dans les zones côtières. Ces effluents peuvent avoir un impact néfaste non seulement sur les nappes d'eaux souterraines et superficielles, mais également sur l'aménagement du milieu côtier, la pollution et l'exploitation des écosystèmes marins. Il est donc crucial de mettre en place des mesures de prévention, de contrôle et de gestion des effluents liquides, ainsi que la mise en œuvre des technologies de traitement des eaux usées pour minimiser leurs impacts négatifs sur les écosystèmes et les espèces qui en dépendent.

L'objectif principal de notre travail était d'évaluer la qualité de l'eau purifié et l'efficacité du processus de traitement des eaux usées dans la station d'épuration du complexe GP1/Z. Cette station utilise essentiellement un procédé de traitement biologique intensif par boues activées pour purifier les eaux usées.

La première partie de notre étude, est une synthèse bibliographique sur les eaux usées et sur les diverses substances polluantes qu'elles contiennent. Ces dernières peuvent avoir un impact sur la santé humaine et l'environnement. L'élimination des charges polluantes des eaux usées peut s'effectuer dans des stations d'épuration.

La seconde partie est une présentation générale de la zone d'étude, avec ses différentes caractéristiques géographiques, climatiques, géologiques et hydrogéologiques. Notre région est définie par un climat semi-aride à hiver tempéré avec une précipitation moyenne annuelle de 302mm et une température moyenne annuelle estimée à 19,03°C à la station d'Arzew (2002-2022). Différentes formations géologiques affleurent. En effet, au Nord, ce sont les plaines formées par des dépôts marins du Pléistocène et des couches supérieures du Miocène tandis qu'au centre, les formations principalement d'origine continentale du Quaternaire sont composées de carapaces calcaires. L'écoulement de l'eau souterraine dans notre zone se fait du Sud vers le Nord, en direction de la mer Méditerranée, avec une vitesse lente.

La conception de la STEP GP1/Z concerne la protection des écosystèmes et de l'environnement, surtout les milieux marins et aquatiques. La filière eau de la station de traitement des eaux sanitaires comporte les étapes de prétraitement (dégrillage, dessablage, déshuilage), un traitement primaire (deux bassins de décantation) ainsi que deux bassins de combinaison pour

Conclusion Générale

le traitement biologique et la clarification. Cette eau subit également un traitement à la station de déshuilage pour la récupération des huiles.

Les analyses des différents paramètres de pollution à la sortie de la STEP tels que la température, le potentiel d'Hydrogène (pH), la DCO, la DBO₅, les matières en suspension, le Fer, l'acide Phosphorique PO₄³⁻, les huiles et graisses, et les hydrocarbures totaux, durant la période d'étude de six mois (Octobre 2022 à Mars 2023), montrent que les résultats sont conformes aux normes réglementaires en vigueur en Algérie. On en déduit que la station du complexe GP1/Z est pleinement capable de remplir sa mission de préservation de l'environnement et de la santé publique, en assurant la qualité de l'eau rejetée dans la mer.

Références bibliographiques

- AUDIC J-M., (2002). Guide de traitement des eaux usées urbaines, édition Lyonnaise des eaux ,428p.
- BAGNOULS F., GAUSSEN H., (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. Annales de Géographie, 66,193-220. <https://doi.org/10.3406/geo>.
- BAUMONT S., CAMARD J-P., LEFRANC A., FRANCONI A., (2004). Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p
- BELAHMADI M., SEDDIK O., (2011). Etude de la biodégradation du 2,4 dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad ; thème de Magister, Université Mentouri– Constantine.
- BELHALOUI B., (1999). Méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des nappes libres à la pollution à partir des SIG. Application à la région d'Oran (1/50000). Mém. Ing. CTS, Oran.
- BOUBTANA GH., (2015). Relation Fracturation-Morphologie. Implications hydrogéologiques et environnementales. Cas des calcaires et des schistes des monts d'Arzew (wilaya d'Oran). Mémoire de Master. Université Mohamed Ben Ahmed. Oran 2.
- BRADAI M N., (1994). Mémoire sur la floraison et la fructification de deux phanérogames marines sur les côtes sud-est de la Tunisie. Par Asma Hamza, Mohamed Nedjmeddine Bradai, institue national scientifique et technique d'océanographie et de pêche, 3029 Sfax (Tunisie). Mar. Life 1994.
- BREMOND R., VUICHARD R., (1973). Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.
- CHRISTIANE G., Publié le 16 août 2008 à 13h40 - Mis à jour le 17 août 2008 à 15h25.
- CISZAK R., (1993). Evolution géodynamique de la chaîne Tellienne en Oranie (Algérie Nord – occidentale) pendant le Paléo et le Mésozoïque. Thèse Doct. Etat Univ. Toulouse.
- DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., (2005). Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- DEGREMONT., (1989). « Mémento technique de l'eau », 8ème Edition.
- Etude de danger SONATRACH Aval Complexe GP1/Z., (2010). Département de sécurité, Service environnement, Complexe GP1/Z-ARZEW.
- FENET B., (1975). Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir d'un élément de l'Orogenèse Nord-Maghrébin : Les Monts du Djebel Tessala et les massifs du littoral Oranais. Thèse Doct. Etat.Univ. Nice.
- GACEM Y., (2022). Epuration des eaux usées. Polycopié de cours. Faculté d'Architecture et de Génie Civil Département d'Hydraulique. Mémoire de Master. Université Mohamed Boudiaf. Oran.
- GAUJOUS D., (1995). La pollution des milieux aquatiques ; aide-mémoire. Ed. Techniques et documentations, Lavoisier, Paris, 220p.
- GOURINARD Y., (1958). Recherche sur la géologie du littoral oranais. Publ. Serv. Carte géol. Alger, nov. Sér, n° 6.
- INERIS (FRANÇOIS FONTAINE AND STEPHANE PAGNON)., (12/01/2009). Rapport Final, étude de danger RTO du terminal brut OZ1/OZ2 d'Arzew (Algérie), SONATRACH - TRC DRA-09-90220-00339A.
- JORA., (2006). Journal officiel de la république algérienne. Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Section 1, article 3.
- KOLLER E., (2004). Traitement des pollutions industrielles. Eau – air – déchets – sols– boues. PRAIS, DUNOD, p 424.

- LAKHAL H., SEBBANE A., (2019). Suivi de paramètre de pollution des eaux usées brutes et épurées au niveau de la STEP de Mostaganem. Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem.
- LE PARISIEN., (2022). Journal quotidien régional français. Une catastrophe écologique : des milliers de poissons morts dans la Durance après la vidange d'un barrage hydraulique.
- M. D. D. E. P., (2006). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.
- MANCER H., (2010). Analyse du pouvoir épurateur de quelques plantes macrophytes dans les régions arides. Mémoire de magister. Université Mohamed Khider – Biskra.
- Manuel des Modes Opératoires., Document officiel de laboratoire. Département Technique, Service laboratoire, Complexe GP1/Z-ARZEW.
- Manuel Opérateur de la STEP-W.W. T phase I., (2003). Document officiel de traitement des eaux sanitaires par boue activées. Département de production, Service fabrication, Complexe GP1/Z-ARZEW.
- Manuel Opérateur du complexe GP1/Z., (2010). Volume II, Système d'huile.
- MEGHFOUR K., (2006). Protection du littoral en Algérie entre politiques et pouvoirs locaux : Le cas du pôle industriel d'Arzew (Oran- Algérie). Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.
- MEKHALIF F., (2009). Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ; thème de Magister, l'Université du 20 Août 1955 SKIKDA.
- METAHRI M., (2012). Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou ; thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.
- MOUNI L., (2004). Étude et caractérisation physico-chimique des rejets dans l'oued Soummam ; thème de Magister, Université Abderrahmane MIRA de Bejaïa.
- RAMADE F., (2000). Réutilisation des eaux épurées, risques sanitaires et faisabilité.
- RAMADE F., (2002). Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto.
- RAYMOND D., (1990). « Le traitement des eaux 2 -ème ED de l'Ecole polytechnique de Montréal »
- REJSEK F., (2002). Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, Centre régional de documentation pédagogique Aquitaine ; France.
- RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H et RODI L., (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed Dunod Paris.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., (2009). Analyse de l'eau. 9ème édition Ed. Dunod bordas, Paris.
- Statistiques climatologiques fournies par le Centre Climatologique National (CCN)., (2008). Station d'Arzew, Office Nationale de Météorologie Algérie.
- SUSCHKA J., FERREIRA E., (1986). Activated sludge respirometry measurements- Water Research., 20, 2,137-144.
- TARADAT M H., (1992). Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile Inc., canada. 537p.
- TARADAT., HENRY M., (1984). « Chimie des eaux », 1ère édition griffon d'argile INC, paris.
- Thomas G., (1985). Géodynamique d'un Bassin Intra-Montagneux - Le Bassin du Bas Chéelif Occidental durant le Mio – Plio – Quaternaire', Thèse de Doctorat d'Etat.

Sites Web :

- <https://www.huber-technology.hu/produits/degrillage/step-screenr/huber-degrilleur-fin-step-screenr-ssf.html>
- <https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/les-news/pollution-et-destruction-totale-de-la-vie-aquatique-de-la-suarcine-par-lincendie-dune-montagne-de-dechets-de-bois-de-demolition-a-suarce-90/>

Annexe



Photo n°1 : Asphyxiant des eaux (Journal Le Parisien, 12 avril 2022)



Photo n° 2 : Destruction de la vie aquatique (<https://cpepesc.org/>)



Photo n°3 : Rejet commun juste avant milieu récepteur (document SH)

