



Faculty of Sciences and Technology

كلية العلوم والتكنولوجيا

Department of Process Engineering

قسم هندسة الطرائق

Ref :...../U.M/F.S.T/2026

رقم :..... / ج.م.ك.ع.ت/2026

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : **GÉNIE DES PROCÉDÉS**

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

THÈME

Mise en place d'une station de traitement des
rejets liquides au niveau du complexe CP1/Z

Présenté par

1- LAHMER Mohamed Azzeddine

Soutenu le 23/06/ 2026 devant le jury composé de :

Président :	KHELLADI Malika	MCA	Université de Mostaganem
Examineur :	LARBI Nour El Houda	MCB	Université de Mostaganem
Rapporteur :	BENYEKKOU Nabila	MCB	Université de Mostaganem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mon père et à ma mère, pour tout l'amour et le soutien qu'ils m'ont apportés. J'espère qu'ils trouveront en moi une source de fierté, eux qui n'ont cessé de me donner les moyens de réussir et de devenir l'homme que je suis aujourd'hui. Que Dieu les protège et que ma réussite soit à la hauteur de leurs sacrifices pour les combler de bonheur.

À mes sœurs, pour leur affection et leur présence à mes côtés.

À tous mes amis, en particulier ceux qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de ce parcours.

À tous ceux qui me sont chers.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier ALLAH le Tout-Puissant de m'avoir accordé la patience au moment du besoin, la force au moment de la faiblesse et la volonté face au désespoir, me permettant ainsi d'en arriver là.

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon encadreur, **Mme BENYEKKHOU Nabila**, dont les précieux conseils et les directives avisées m'ont permis de mener à bien ce travail de recherche.*

*J'adresse également mes vifs remerciements aux membres du jury **Dr M. KHALADI** et **Dr N.H. LARBI** pour avoir accepté d'examiner ce travail, d'assister à cette soutenance et de l'enrichir par leurs précieuses observations.*

Enfin, je ne saurais clore ces remerciements sans associer ma famille et mes amis pour leurs encouragements constants et leur soutien tout au long de ce parcours.

À vous tous, j'adresse ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.

ملخص (Arabic)

أدى التطور الصناعي المستمر في بلدية أرزيو، لا سيما من خلال أنشطة مركب CPI/Z ، إلى بروز إشكالية بيئية كبرى تتمثل في تلوث ملموس للمياه. وقد كشف تحليل النفايات الصناعية عن وجود تركيزات عالية من المواد العالقة، والطلب البيوكيميائية للأكسجين (DBO) ، والطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) ، مما يؤكد الحاجة الملحة للتدخل. واستجابة لهذه المعطيات، ركزت هذه الدراسة على التوصيف الدقيق لهذه الحمولة الملوثة، وبالأخص على تصميم وقياس (dimensionnement) محطة لمعالجة النفايات السائلة. تم تصميم وقياس عملية معالجة فيزيائية كيميائية، تشمل المعالجة الأولية، والتخثير والتليبد، والترسيب والترشيح، لضمان تقليل فعال للملوثات. يبرز هذا العمل الأهمية القصوى للقياس الدقيق للبنى التحتية للمعالجة لضمان الامتثال للمعايير البيئية والحماية المستدامة للنظم البيئية المائية.

الكلمات المفتاحية: التلوث، المياه العادمة الصناعية، تحليل التلوث، المعالجة الفيزيائية الكيميائية، التصميم والقياس، التخثير والتليبد، الترسيب، الترشيح.

Abstract (English)

The sustained industrial development in the commune of Arzew, particularly through the activities of the CP1/Z complex, has generated a major environmental problem characterized by significant water pollution. Analysis of industrial discharges has revealed high concentrations of suspended solids, Biochemical Oxygen Demand (BOD), and Chemical Oxygen Demand (COD), highlighting the urgent need for intervention. In response to these findings, this study focused on the precise characterization of this pollutant load and, above all, on the design and sizing of a liquid effluent treatment plant. A Physico-chemical treatment process, including pretreatment, coagulation-flocculation, sedimentation, and filtration, was designed and sized to ensure effective pollutant reduction. This work demonstrates the crucial importance of rigorous infrastructure sizing to guarantee compliance with environmental standards and the sustainable protection of aquatic ecosystems.

Keywords: Pollution, industrial wastewater, pollution analysis, pPhysico-chemical treatment, sizing, coagulation-flocculation, sedimentation, filtration.

Résumé

Le développement industriel soutenu dans la commune d'Arzew, notamment par l'activité du complexe CPI/Z, a engendré une problématique environnementale majeure caractérisée par une pollution significative des eaux. L'analyse des rejets industriels a mis en évidence des concentrations élevées en matières en suspension, en Demande Biochimique en Oxygène (DBO) et en Demande Chimique en Oxygène (DCO), soulignant l'urgence d'une intervention. Face à ce constat, cette étude s'est attachée à la caractérisation précise de cette charge polluante et, surtout, au dimensionnement d'une station de traitement des effluents liquides. Un processus de traitement physico-chimique, incluant le prétraitement, la coagulation-floculation, la décantation et la filtration, a été conçu et dimensionné pour assurer une réduction efficace des polluants. Ce travail démontre l'importance cruciale d'un dimensionnement rigoureux des infrastructures de traitement pour garantir la conformité aux normes environnementales et la protection durable des écosystèmes aquatiques.

Mots-clés : Pollution, eaux résiduaires industrielles, analyse de pollution, traitement physico-chimique, dimensionnement, coagulation-floculation, décantation, filtration.

Table des Matières

Liste des tableaux	IX
Liste des figures	X
Liste des abréviations	1
Introduction générale	2
I. Chapitre I	4
I.1. Présentation du complexe CP1/Z	4
I.1.1. Présentation de l'organisme d'accueil : SONATRACH	4
I.1.2. Historique du complexe CP1/Z	4
I.1.3. Situation géographique du complexe CP1/Z	4
I.1.4. Activités du complexe CP1/Z	5
I.1.5. Unite Méthanol.....	6
I.1.5.1.Généralités :	6
I.1.5.2.Description du procédé de fabrication du méthanol raffiné :.....	6
I.1.6. Unite de Production de Formaldéhyde / Formol-uree (Unite 100)	7
I.1.7. La Résine	7
I.2. Types de pollution dans les eaux usées	8
I.2.1. Paramètres de pollution des eaux :	9
I.2.2. Paramètres physiques :	9
I.2.3. Paramètres chimiques :	9
I.2.4. Paramètres biologique :	9
I.2.5. Les normes de rejet :	10
II. Chapitre II.....	12
II.1. Analyse des rejets liquides	13
II.1.1. Dispositions légales régissant le complexe CP1/Z en matière de rejets liquides	13
II.1.2. Autocontrôle des rejets liquides dans le complexe :	13
II.1.3. Prélèvement et échantillonnage	13
II.2. Procédé de traitement physico chimique.....	15
III. Chapitre III.....	17
III.1. Dimensionnement de la station de traitement des rejets liquides du complexe CP1/Z ...	18
III.1.1. Les prétraitements	18
III.1.2. Biodégradabilité :	18
III.1.3. Calcul des débits :	18
III.2. Détermination des charges polluantes :	19
III.2.1. Les charges de pollution journalières :	19
III.3. Dimensionnement du dégrilleur :	19
III.3.1. Pour le dégrillage grossier :	20
III.3.2. Pour le dégrillage fin :	21
III.4. Dimensionnement du dessableur-déshuileur.....	21
III.4.1. Calcul du dessableur- déshuileur de la station	21
III.4.2. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :	23
III.5. Dimensionnement du bassin de coagulation	24
III.5.1. Détermination du débit de la pompe doseuse du coagulant	25
III.5.2. Dimensionnement de la lame de l'agitateur du bassin de coagulation	25
III.6. Dimensionnement du clarificateur.....	26

III.6.1. Dimensionnement de la lame du clarificateur	27
III.6.2. Détermination du débit de la pompe doseuse et dimensions bac du flocculant	28
III.7. Caractéristiques finales des bassins de coagulation et du clarificateur	28
III.8. Filtre presse	29
Conclusion générale	32
IV. Bibliographie.....	34

Liste des tableaux

Tableau I.1 Les différentes capacités des produits fabriqués au niveau du complexe.....	6
Tableau I.2 Produit finis et capacité de production	8
Tableau I.3 Stockage des produits finis.....	8
Tableau I.4 Les normes selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) [5]	10
Tableau I.5 Normes de rejet des eaux industrielles du décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.....	11
Tableau II.1 Les moyens actuels d'autocontrôle du complexe CP1Z	13
Tableau II.2 Résultat de l'Analyse des rejets liquide au niveau Du rejet CP1/z.....	14
Tableau III.1 les charges de pollution journalières (calcul pratique)	19
Tableau III.2 Récapitulatif des données de base	19
Tableau III.3 espacement et épaisseur des barreaux [12].	20
Tableau III.4 Récapitulatif des résultats	23

Liste des figures

Figure I.1: Situation géographique du complexe CP1/Z.....	5
Figure I.2 schéma de procédé de fabrication du méthanol raffiné	7
Figure II.1 Schéma récapitulatif des différentes filières de traitement des eaux usées.....	15
Figure II.2 Traitement physico-chimique	16
Figure III.1 Jar Test.....	24
Figure III.2 : Représentation schématique de la lame de l'agitateur	26
Figure III.3 Filtre presse.....	30
Figure III.4 Schéma global de la station de traitement des rejets liquides du complexe CP1/Z	31

Liste des abréviations

L/s :	Litre par seconde
m ³ :	Mètre cube
m ² :	Mètre carré
Kg :	Kilogramme
J :	Jour
Ø :	Diamètre
S :	Seconde
H :	Heure
V :	Vitesse
Ts :	Temps de séjour
m ³ /s :	Mètre cube par seconde
Qp :	Débit de pointe
V :	Vitesse de refoulement m/s
I :	La pente m/km
Ldeg :	Largeur du dégrilleur m
Vs :	Vitesse de sédimentation (cm/s)
ts:	Temps de séjour de la particule
Qmoy :	Débit moyen m ³ /j
qair :	Débit d'air insuffler
β :	Surface occupée par les barreaux m ²
DBO5 :	Demande chimique en oxygène (mg/l)
DCO :	Demande chimique en oxygène (mg/l)
MES :	Matière en suspension (mg/l)
MVS :	Matière volatile sèche (mg/l)
MM:	Matière minérales

Introduction générale

La préservation de l'environnement constitue aujourd'hui une priorité absolue face aux impacts croissants des activités anthropiques. Le développement industriel, bien que moteur de progrès économique, engendre souvent des défis environnementaux majeurs, notamment en matière de pollution des ressources naturelles. Dans la wilaya d'Oran, et plus particulièrement dans la commune d'Arzew, l'expansion industrielle, marquée par l'implantation de complexes tels que le CP1/Z, a malheureusement conduit à une situation environnementale préoccupante. Les rejets liquides issus de ces installations industrielles sont devenus une source significative de pollution des eaux, menaçant la stabilité des écosystèmes marins et la santé publique.

Face à cette problématique critique, une démarche rigoureuse de caractérisation et de traitement des effluents industriels s'impose. La présente étude s'est ainsi focalisée sur la détermination précise de la charge polluante des rejets du complexe CP1/Z, à travers des prélèvements et des analyses approfondies des effluents liquides. Les résultats ont révélé des concentrations élevées en matières en suspension, en Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅) et en Demande Chimique en Oxygène (DCO), confirmant l'urgence d'une intervention.

L'épuration de ces eaux usées industrielles est non seulement nécessaire pour atténuer leur impact environnemental, mais elle est également impérative pour se conformer aux réglementations en vigueur, telles que le Décret Exécutif 06-141. Un processus de traitement physico-chimique a été envisagé, comprenant un prétraitement pour l'élimination des particules grossières, suivi d'étapes de coagulation, de floculation et de décantation, complétées par une filtration. Ces étapes visent à réduire significativement la charge toxique et à éliminer une multitude de substances polluantes.

Cependant, l'efficacité de tout système de traitement des eaux usées repose fondamentalement sur un dimensionnement adéquat de ses différentes composantes. Un dimensionnement précis et optimisé est la clé pour garantir que les installations de traitement puissent gérer les volumes et les charges polluantes spécifiques, assurant ainsi une performance épuratoire maximale et une protection environnementale durable. Sans un dimensionnement rigoureux, même les technologies de traitement les plus avancées pourraient s'avérer inefficaces, entraînant des rejets non conformes et la persistance de la pollution. C'est pourquoi cette étude culmine par le dimensionnement détaillé des différentes étapes de traitement, transformant les données analytiques et les principes de traitement en une solution concrète et opérationnelle pour la lutte contre la pollution.

Ce mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la présentation du complexe CP1/Z ainsi qu'à l'identification des différentes sources de rejets d'effluents liquides générés par ses activités. Le deuxième chapitre porte sur la caractérisation physico-chimique des rejets liquides et sur le choix du procédé de traitement le plus adapté en fonction des résultats des analyses effectuées. Enfin, le troisième chapitre est dédié au dimensionnement de la station de traitement des rejets liquides du complexe CP1/Z, en tenant compte des caractéristiques des effluents et des exigences réglementaires en vigueur.



CHAPITRE I

Présentation du complexe CP1/Z et
identification des sources de rejets
d'effluents liquides.

I.1. Présentation du complexe CP1/Z

I.1.1. Présentation de l'organisme d'accueil : SONATRACH

Historique :

Créée par le décret du 31 décembre 1963, complété par celui du 21 septembre 1966, SONATRACH (Société Nationale de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures) est une entreprise nationale dédiée à la recherche, à la production, au transport, à la transformation et à la vente des hydrocarbures liquides et gazeux. Elle joue un rôle clé dans le rétablissement de la souveraineté économique dans un secteur crucial pour l'avenir du pays. Cela lui a permis de se tailler une place parmi les plus grandes entreprises mondiales.

I.1.2. Historique du complexe CP1/Z

En 1969, dans le contexte de l'industrialisation nationale et du développement économique, la société nationale Sonatrach et l'entreprise italienne SIR ont cofondé la société mixte ALMER (Algérie Méthanol Et Résines). Leur premier projet commun était le complexe de méthanol et résines synthétiques d'Arzew. [01]

Ce complexe a pour but de produire du méthanol et des résines synthétiques. Almer a conclu un accord avec la société HUPPHREYS et GLASGOW le 10 septembre 1970 pour la mise en place de l'unité méthanol, un contrat qui sera effectif à partir de février 1971.

ALMER a été dissoute en novembre 1971. SONATRACH a poursuivi l'exécution du projet en signant deux contrats avec la société italienne ITALCONSULT, le premier en 1972 pour l'établissement des utilités, et le second en 1973 pour l'installation des unités de production de résines. Le complexe a été ouvert par le défunt président Houari Boumediene le 24 février 1978. Le premier contrat a été signé en 1972 pour la construction des infrastructures utilitaires, tandis que le second l'a été en 1973 pour la construction des unités de production de résines. [01]

I.1.3. Situation géographique du complexe CP1/Z

Le CP1/Z occupe une superficie de 27 hectares sur le plateau de Mahgoun dominant la baie d'Arzew à 2Km de la ville situé au nord de la raffinerie. [01]



Figure I.1 Situation géographique du complexe CP1/Z.

I.1.4. Activités du complexe CP1/Z

Le complexe CP1Z a pour activité la prise en charge de toute opération de transformation chimique des hydrocarbures liquides ou gazeux ainsi que leurs dérivés pour la production de produits pétrochimiques de base et des produits finis destinés au marché national et à l'exportation .

Jusqu'à la fin des années 90 et avant l'arrêt de la production de quelques unités suite aux problèmes de commercialisation et obsolescence des produits, le complexe produisait la gamme des produits suivants :

- Méthanol, Grade
- Formaldéhyde 36%
- Formurée 80 (UFC80)
- Résines phénoliques liquides
- Résines pHénoliques en poudre à mouler
- Résines uréiques liquides
- Résines uréiques atomisées
- Résines uréiques en poudre à mouler

Mais à présent, le complexe fabrique principalement le méthanol et quelques résines « Colle à bois urée-formol » :

- Méthanol, Grade A
- Formaldéhyde 36%

- Formurée 80
- Résines uréiques liquides L10

Tableau I.1 Les différentes capacités des produits fabriqués au niveau du complexe

Désignation des produits	Appellation abrégée	Capacité de production (tonne /an)
Méthanol (MeOH)	MeOH	112.000
Formaldéhyde (F36)	F36	20.000
Formurée (UFC80)	UFC80	12.000
Résines uréiques liquides (RUL)	RUL	10.000

I.1.5. Unite Méthanol

I.1.5.1.Généralités :

Le méthanol, avec la formule CH_3OH , est un fluide limpide et incolore qui dégage une odeur distincte. Il a un point d'ébullition de $65,5\text{ }^\circ\text{C}$ et un point de fusion de $-97,6\text{ }^\circ\text{C}$. Sa densité est de 0,7924 à $20\text{ }^\circ\text{C}$ et sa chaleur de vaporisation s'élève à 263 Kcal/kg.[02]

I.1.5.2.Description du procédé de fabrication du méthanol raffiné :

La synthèse du méthanol dans cette unité passe par sept sections successives :

1. Section 100 : section de la détente, distribution et désulfuration du gaz naturel
2. Section 200 : Reforming catalytique.
3. Section 300 : Refroidissement du gaz de synthèse et récupération du condensat.
4. Section 400 : Compression du gaz de synthèse.
5. Section 500 : Synthèse du méthanol brut.
6. Section 600 : Distillation.
7. Section 700 : vapeur

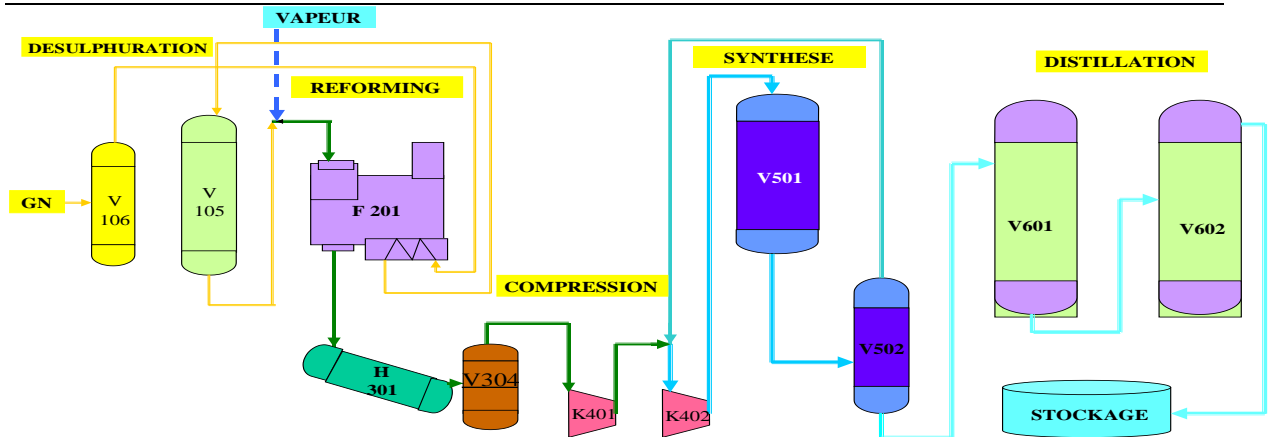


Figure I.2 Schéma de procédé de fabrication du méthanol raffiné

I.1.6. Unité de Production de Formaldéhyde / Formol-urée (Unité 100)

L'unité 100 produit alternativement deux solutions :

- Le formaldéhyde à 36 %
- La formurée à 80 %

Le formaldéhyde est un gaz incolore, inflammable et très irritant, obtenu par oxydation de l'alcool méthylique et généralement utilisé sous forme de formol à 36 %.

L'urée est un solide cristallin riche en azote, utilisé comme engrais, additif alimentaire pour le bétail et matière première pour la fabrication de résines et colles.

La formurée 80 (UFC 80) est une solution aqueuse de formaldéhyde, d'urée et d'eau, utilisée principalement dans la production des résines urée-formol.

I.1.7. La Résine

- **Résines uréiques : Colle liquide L 10**

La résine uréique en solution est préparée par condensation du mélange formurée urée en autoclave 90-95° c en milieu acide et en présence des sels tampons tels que CH_3COOH et NaOH .

Les processus de condensation est interrompu au moment choisi ou l'on peut déterminer par les mesures la viscosité en portant le pH à des valeurs légèrement alcalines en ajoutant de la soude à 30%

Tableau I.2 Produit finis et capacité de production

Désignation des produits	Application abrégé	Capacité (tonne /an)
Méthanol	Me OH	112000
Formaldéhyde / Formurée	F36 +UF80	20000/12000
Résines uréiques liquides	RUL	10.000
Résines phénoliques liquides (mousses lamifiées)	RØL et RØM	En arrêt
Résines phénoliques poudres à mouler.	RØPM	En arrêt
Résines mélaminiques	RM	En arrêt
Résines uréiques poudres à Mouler.	RUPM	En arrêt

Tableau I.3 Stockage des produits finis

Désignation	Stockage moyen (t / m ³)	Capacité stockage théorique (t/m ³)	Lieu de stockage	Condition de stockage
Méthanol raffiné	5000	24000	Bac 16TK1/TK2 A double toit (fixe/flottant)	T° Ambiante
Formaldéhyde F36	200	1000	Bacs D201 A/B (à toi fixe) calorifugé	T° Ambiante
Formurée	500	500	Bacs D202 A/B (à toi fixe) calorifugé	T° Ambiante
Résine U. liquide	60	120	Bacs D216 A/B (à toi fixe) calorifugé	T° ≥ 25°C Par circuit vapeur
Résine U. solide	200	1000	Magasin produits finis	Climatisée

I.2. Types de pollution dans les eaux usées

Le complexe CP1/Z génère quatre types principaux d'effluents liquides : les eaux usées domestiques, les eaux chimiques, les eaux huileuses et les eaux pluviales non contaminées.

Les eaux huileuses et chimiques proviennent principalement des procédés industriels, des systèmes de refroidissement, des chaudières, des purges et des opérations de maintenance.

Des rejets exceptionnels peuvent également survenir lors du lavage des équipements et réservoirs, des déversements accidentels de produits chimiques ou des exercices de sécurité incendie.

I.2.1. Paramètres de pollution des eaux :

La pollution des eaux usées se présente sous trois formes principales

- Physique (matières en suspension).
- Chimique (matières organiques dissoutes).
- Biologique

I.2.2. Paramètres physiques :

La température et la conductivité sont des paramètres importants qui influencent la qualité des eaux usées et l'efficacité de leur traitement. La couleur et l'odeur permettent d'évaluer leur état, une couleur noire ou une odeur nauséabonde indiquant souvent une dégradation de la matière organique. Les matières en suspension (MES) représentent la fraction solide de la pollution et sont partiellement éliminées par décantation. Les matières volatiles en suspension (MVS) correspondent à la fraction organique des MES, tandis que les matières minérales et les matières non décantables nécessitent des traitements complémentaires.[03]

I.2.3. Paramètres chimiques :

Les principaux paramètres de contrôle des eaux usées sont le pH, la DBO, la DCO, les nutriments et l'oxygène dissous.

La DBO₅ et la DCO permettent d'évaluer la pollution organique et la biodégradabilité des effluents afin de choisir le traitement adapté.

Les nutriments (azote et phosphore) ainsi que l'oxygène dissous sont essentiels au bon fonctionnement du traitement biologique et à la qualité du milieu récepteur.[04]

I.2.4. Paramètres biologique :

Les eaux usées contiennent de nombreux micro-organismes, dont certains pathogènes, et leur niveau de contamination est évalué à l'aide de germes indicateurs.

Les charges polluantes moyennes sont de 60 à 80 g/hab/j pour la DBO₅ et de 70 à 80 g/hab/j pour les MES, selon le type de réseau d'assainissement.

I.2.5. Les normes de rejet :

Dans le cadre de la protection de l'environnement et la santé publique, l'organisation mondiale de la santé (OMS) fixe des niveaux de rejet selon la destination de l'eau épurée.

Tableau I.4 Les normes selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) [5]

PARAMÈTRE	VALEURS	UNITÉS
pH	5.5 ÷ 8.5	-
Température	30	°c
MES	30	mg/L
DBO ₅	30	mg/L
DCO	90	mg/L
Azote total	50	mg/L
Phosphates	2.0	mg/L
Huiles et graisses	60	mg/L

Les caractéristiques des eaux usées jouent un rôle essentiel pour déterminer le degré de pollution, ainsi l'origine des eaux usées afin de dimensionner la station d'épuration.

En résumé les paramètres dans le tableau suivant

Tableau I.5 Normes de rejet des eaux industrielles du décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006

N°	Paramètre	Unité	Valeurs limites
01	Température	°C	30
02	pH	-	6.5-8.5
03	MES	mg/L	35
04	DBO ₅	mg/L	35
05	DCO	mg/L	120
06	Azote Kjeldahl	mg/L	30
07	Phosphore total	mg/L	10
08	Aluminium	mg/L	3
09	Substance toxique bioaccumulables	mg/L	0.005
10	Cyanures	mg/L	0.1
11	Fluor et composés	mg/L	15
12	Indice phénols	mg/L	03
13	Hydrocarbures totaux	mg/L	10
14	Huiles et graisses	mg/L	20
15	Cadmium	mg/L	0.2
16	Cuivre total	mg/L	0.5
17	Mercure total	mg/L	0.01
18	Plomb total	mg/L	0.5
19	Chrome total	mg/L	0.5
20	Etain total	mg/L	2
21	Manganèse	mg/L	1
22	Nickel total	mg/L	0.5
23	Zinc total	mg/L	3
24	Fer	mg/L	3
25	Composés organique chlorés	mg/L	5



CHAPITRE II

Caractérisation des rejets liquides et
choix du procédé de traitement.

II.1. Analyse des rejets liquides

II.1.1. Dispositions légales régissant le complexe CP1/Z en matière de rejets liquides

Les rejets liquides du complexe sont soumis à la réglementation du décret algérien. Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets liquides industriels publié dans le journal officiel de la République Algérienne N°26

II.1.2. Autocontrôle des rejets liquides dans le complexe :

Pour les autocontrôles, le complexe CP1/Z dispose de plusieurs appareils de contrôle des rejets liquides.

Tableau II.1 Les moyens actuels d'autocontrôle du complexe CP1Z

Item	Autocontrôle	Elément de contrôle	Fréquence
Température	Existe	PH mètre	1 fois/semaine
pH	Existe	PH mètre	1 fois/ semaine
MES	Existe	Filtration	1 fois/ semaine
DBO ₅	Existe	-	1 fois/ semaine
DCO	Existe	-	1 fois/ semaine
Azote Kjeldahl	Existe	-	1 fois/ semaine
Phosphates	Absent	-	-
Métaux Lourds	Absent	-	-
Huiles et Graisses	Existe	-	1 fois/ semaine
Hydrocarbures	Existe	-	1 fois/ semaine

II.1.3. Prélèvement et échantillonnage

Le prélèvement a été effectué au niveau d'un seul point (le rejet de regard principal), qui déverse actuellement dans la mer d'Arzew. Le prélèvement d'échantillonnage s'effectue chaque semaine « mardi » et par la suite il sera acheminé vers le laboratoire

D'après les résultats figurés dans le tableau ci-dessus nous recommandons une mise en place d'une station de traitement des rejets liquide, afin de réduire les paramètres pHydrochimique et biologiques des rejets liquide du complexe pour obtenir une eau claire et épurée, et qui répond aux exigences du décret algérien [N°06-141 du 19 avril](#).

Tableau II.2 Résultat de l'Analyse des rejets liquide au niveau Du rejet CPI/z

	Unités	Normes	Mois de JENVIER	Mois de février	Mois MARS	Mois d'avril	Mois de MAI	Mois de juin
Température	°C	30	25.7	31.5	26.25	29.6	31.34	33.66
DBO ₅	mg/L	35	875	1750	716.67	1620	1375	1166.67
DCO	mg/L	120	7570	15840	11873.33	15241.6	8162.665	15408
pH à 20°C	-	6,5-8,5	7.26	7.54	7.46	7.58	6.92	7.19
Conductivité à 20°C	µS/cm	-	460	501.5	510.25	421	342	271.33
Fer	mg/L	3	0.2625	0.4175	0.475	0.286	0.377	0.247
T.D.S	mg/L	2000	253.23	684.665	375.93	274.52	260.215	220.206
Azote totaux	mg/L	30	12.08	8.3525	0	0	4.818	41.80
MES	mg/L	35	99.5	152.75	115.33	72.8	45.75	111.33
Hydrocarbures totaux	mg/L	10	81.85	86.06	81.3	83,87	82 ,95	87 ,13
Huiles et graisses	mg/L	20	16	3.9	2.7	1.39	0.33	7.04
Indice de pHénols	mg/L	0.3	0.025	0.17	0.023	0.024	0.011	0.043

Le choix du traitement physico-chimique a été effectué à partir des résultats des analyses des eaux usées. En effet, plusieurs paramètres dépassent largement les normes de rejet, notamment la DBO₅ qui atteint 1166.67mg/L pour une norme de 35 mg/L, la DCO qui atteint 15840 mg/L pour une norme de 120 mg/L, ainsi que les MES qui atteignent 152.75mg/L pour une norme de 35 mg/L. Ces résultats montrent que l'effluent présente une charge polluante importante.

Par ailleurs, le rapport moyen $K = DCO/DBO_5$ calculé à partir des données d'analyse est égal à 9,87. Cette valeur étant supérieure à 2,5, elle indique une faible biodégradabilité de l'effluent, ce qui rend le traitement biologique peu adapté. Pour cette raison, le traitement physico-chimique a été retenu. Ce procédé permet de réduire efficacement les matières en suspension, la turbidité et une partie de la pollution organique grâce aux étapes de coagulation, de floculation et de décantation, afin d'améliorer la qualité de l'eau et de respecter les normes de rejet.

II.2. Procédé de traitement physico chimique

Introduction

Le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu naturel dans lequel elles seront finalement rejetées, ou bien être réutilisée dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage), plus particulièrement en milieu industriel. [06-07-08]

De l'arrivée à la station d'épuration jusqu'au rejet naturel, le traitement comporte en générale selon le schéma récapitulatif ci-dessous :

- prétraitements physiques
- traitements primaires
- traitements secondaire

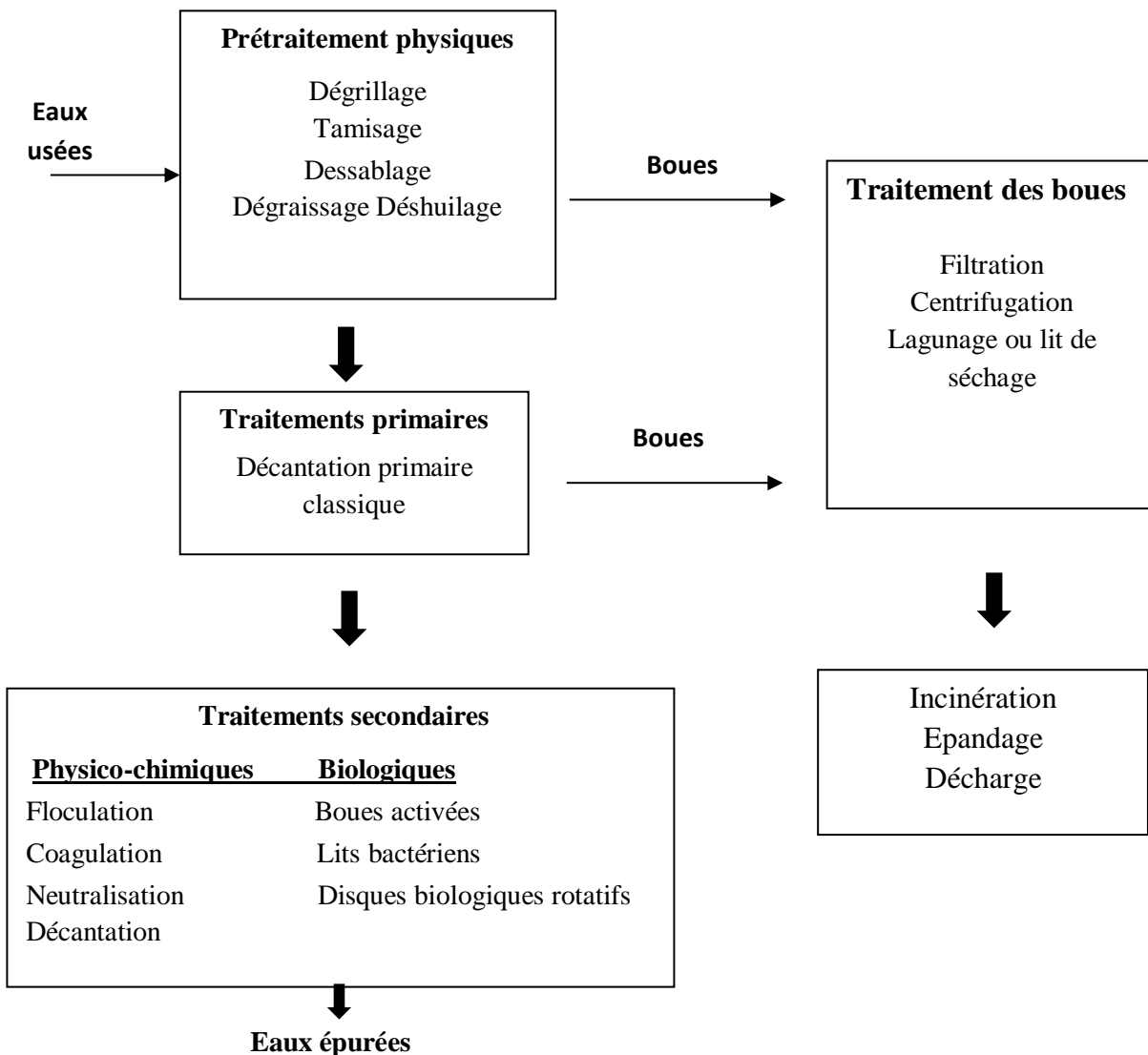


Figure II.1 Schéma récapitulatif des différentes filières de traitement des eaux usées

Après une étape de prétraitement, le traitement physico-chimique consiste en une séparation physique solide-liquide après un ajout de réactifs chimiques ayant provoqué l'agglomération des matières en suspension (MES). Le traitement se déroule en 4 phases : [09]

1. Coagulation
2. Floculation
3. Neutralisation
4. Décantation

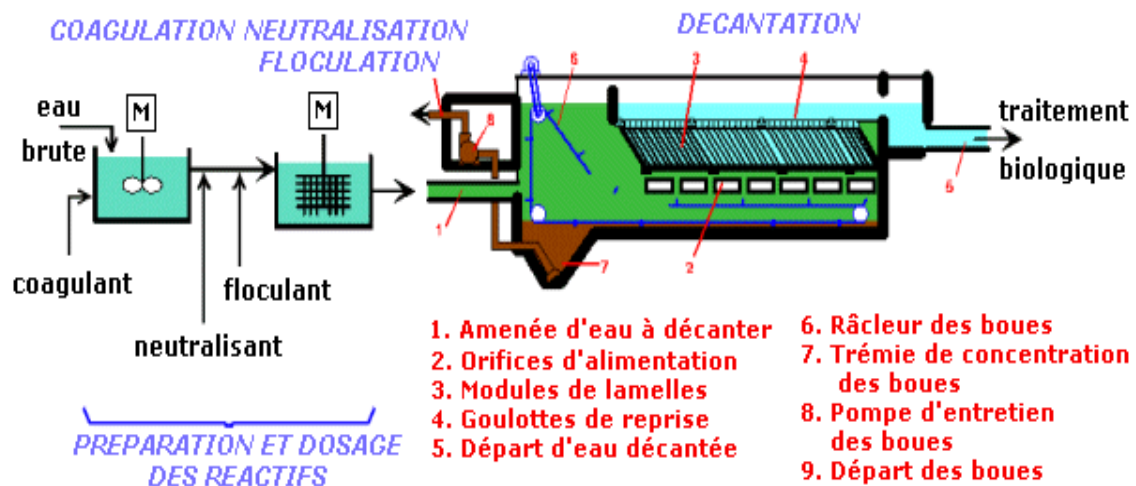


Figure II.2 Traitement physico-chimique



CHAPITRE III

Dimensionnement de la station de
traitement des rejets liquide du
complexe CP1/Z

III.1. Dimensionnement de la station de traitement des rejets liquides du complexe CP1/Z

Introduction

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution.

Selon le degré d'élimination de la pollution, les procédés sont proposés après un dimensionnement adéquat. Ce dernier doit tenir en compte la majeure caractéristique de l'effluent.

III.1.1. Les prétraitements

III.1.2. Biodégradabilité :

D'après les valeurs de DBO₅ et de DCO et les valeurs du rapport K donnée par les résultats des analyses

Si DCO/ DBO₅ ≤ 3.5 traitement biologique

Si DCO/ DBO₅ ≥ 3.5 traitement physico-chimique

Qui dans notre cas : K= DCO/ DBO₅= 9.87 pas de traitement biologique [15-16]

III.1.3. Calcul des débits :

Il faut calculer le débit total journalier, le débit moyen horaire journalier, le débit de pointe

Débit moyen journalier en Q_{moy} :

$$Q_{\text{moy}} = 10 \text{ t/h} \quad ; \quad \text{donc} \quad Q_{\text{moy}} = 240 \text{ m}^3/\text{j}$$

Débit moyen horaire journalier (m³/h) :

$$Q_{\text{m}^3/\text{h}} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Débit maximal (désigne) :

$$Q_{\text{m}^3/\text{h}} = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 2400 \text{ m}^3/\text{j}$$

Notre débit d'étude est donc : $Q_{\text{m}^3/\text{h}} = 10 \text{ m}^3/\text{h} = 240 \text{ m}^3/\text{j}$

$$Q_{\text{m}} = 2.78 \text{ L/s}$$

Calcul du débit de pointe :

On a la relation suivante :

$$Q_p = C_p \cdot Q_m \quad \dots\dots\dots (\text{Eq 1})$$

Avec : Q_p : débit de pointe (m^3/h)

Q_m : Débit moyen (m^3/h)

C_p : coefficient de pointe

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m(l/s)}} \quad \dots\dots\dots(\text{Eq 2})$$

Donc $C_p=3$

$Q_p= 8.11/s$; $Q_p=30 m^3/h$

III.2. Détermination des charges polluantes :

III.2.1. Les charges de pollution journalières :

La charge polluante quotidienne moyenne est estimée à partir des résultats expérimentaux suivants qu'on a déjà citer :

$DBO_5 = 1251 \text{ mg/L}$

$MES = 99.58 \text{ mg/L}$

$C_{DBO5} = DBO_5 \text{ (Kg/m}^3\text{)} * Q_{\text{moy j}} \text{ (m}^3\text{/j)}$ (Eq 3)

$C_{MES} = MES \text{ (Kg/m}^3\text{)} * Q_{\text{moy j}} \text{ (m}^3\text{/j)}$ (Eq 4)

Tableau III.1 les charges de pollution journalières (calcul pratique)

$Q_{\text{moy j}} \text{ (m}^3\text{/j)}$	$C_{DBO5} \text{ (Kg/j)}$	$C_{MES} \text{ (Kg/j)}$
24	300.24	23.90

Tableau III.2 Récapitulatif des données de base

Donnée de base	
Débit journalier (m^3/j)	240
Débit moyen horaire (m^3/h)	10
Débit de pointe (m^3/h)	30
Charge en DBO_5 (Kg/j)	300.24
Charge en MES (Kg/j)	23.90

III.3. Dimensionnement du dégrilleur :

Pour le calcul des paramètres de la grille, on utilise la méthode de Kirschmer [5].

La largeur de la grille est donnée par l'expression :

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\text{max}} (1 - \beta) \sigma} \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots(\text{Eq 5})$$

Où :

L : Largeur de la grille (m).

h_{max} : Hauteur maximum admissible sur une grille (m).

$$h_{\max} = (0,15 - 1.5) \text{ m}$$

β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d + e} \dots\dots\dots(\text{Eq 6})$$

Tel que : d : épaisseur des barreaux (cm).

e : espacement des barreaux (cm).

Tableau III.3 espacement et épaisseur des barreaux [12].

Paramètres	Grilles grossières	Grilles fines
d (cm)	2,00	1,00
e (cm)	5à10	0,3 à 1

σ : Coefficient de colmatage de la grille. Il est de 0.5 pour un dégrillage automatique et de 0.25 pour un dégrillage manuel [13].

S : Surface de passage de l'effluent tel que $S = \frac{Q_p}{V}$

Q_p : Débit de pointe (m^3 / s).

V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s).

$V = (0.6 - 1.40) m/s$ Au débit de pointe [13].

Donc la largeur peut être exprimée par :

$$L = \frac{Q_p \cdot \sin \alpha}{V \cdot h_{\max} \cdot (1 - \beta) \cdot \sigma} \dots\dots\dots(\text{Eq 7})$$

III.3.1. Pour le dégrillage grossier :

On a :

$$Q_p = 0.008 \text{ m}^3/s$$

On prend : $\alpha = 60^\circ$

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

$$h_{\max} = 0.3 \text{ m}$$

$\sigma = 0.5$ (Dégrillage automatique)

$d = 2 \text{ cm}$ et $e = 5 \text{ cm}$, donc $\beta = 0.29$

On obtient :

$$L = \frac{0.008 \cdot \sin 60^\circ}{0,6 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0.29) \cdot 0,5} = 0,108 \text{ m}$$

$$L = 10.8 \text{ cm.}$$

On prend $L = 11 \text{ cm}$

III.3.2. Pour le dégrillage fin :

Pour le dégrillage fin, on prend : $e = 0,5\text{cm}$, $d = 1\text{cm}$

Ce qui donne $\beta = 0,67$

$$L = \frac{0,008 * \sin 60^\circ}{0,6 * 0,2 * (1 - 0,67) * 0,5} = 0.349\text{m}$$

On prend : $L = 35\text{ cm}$

III.4. Dimensionnement du dessableur-déshuileur

Pour dimensionner un dessableur, on fixe la limite inférieure du diamètre du grain à éliminer à $d_g = 200\ \mu\text{m}$, et la vitesse d'écoulement du flot à $0,3\ \text{m/s}$ [14].

η_{eau} : viscosité de l'eau = $10^{-3}\ \text{Pa.s}$.

ρ_s : Masse volumique de sable = $2,65\ \text{g/cm}^3$.

III.4.1. Calcul du dessableur- déshuileur de la station

Le bassin de dessablage-déshuilage proposé est de type aéré longitudinal, par ce que l'injection de l'air assure une turbulence constante qui évite le dépôt des matières organiques.

Il est composé de deux zones :

- l'une aéré pour le dessablage : les sables et les matières lourdes sont récupérées au fond de l'ouvrage.
- les huiles et les graisses sont récupérées en surface.

Le bassin est équipé d'un pont racleur sur lequel est suspendue une pompe d'extraction des sables, les huiles sont raclées vers une fosse par les racleurs de surface.

Pour qu'il y ait sédimentation des particules il faut que l'inégalité suivante soit vérifiée : [15]

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s} \dots\dots\dots(\text{Eq 8})$$

Où :

V_e : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

V_s : Vitesse de sédimentation.

L : Longueur de bassin.

H : Profondeur du bassin. $H = 1$ à $2,5$

Le dessableur doit être dimensionné dans l'un des rapports suivants :

$$\frac{L}{H} = 10 \text{ à } 15 \quad \text{Ou,} \quad \frac{L}{H} = 3.$$

La vitesse d'écoulement doit être comprise dans l'intervalle $0,2 < V_e \leq 0,5$ (m/s).

La vitesse de sédimentation doit être comprise dans l'intervalle $40 < V_s < 70$ ($m^3/m^2/h$) [5].

Pour le dimensionnement, on prend :

$$V_e = 0,3 \text{ m/s}$$

$$V_s = 40 \text{ m/h} = 0,01 \text{ m/s.}$$

$$H = 1 \text{ m.}$$

Le débit de pointe $Q_p = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$

A) Section horizontale :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,008}{0,01}$$

$$S_h = 0.8 \text{ m}^2$$

B) Longueur du dessableur :

On prend :

$$\text{La hauteur } H=1\text{m, } \frac{L}{H} = 3$$

Donc : $L = 3 \text{ m}$

C) Largeur du dessableur :

$$B = \frac{S_h}{L} = \frac{0.8}{3} = 0.27 \text{ m}$$

Volume du bassin :

$$V = S_h \cdot H = 0.8 \cdot 1$$

$$V = 0.8 \text{ m}^3$$

D) Le temps de séjour dans le bassin :

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{0.8}{0.008} = 100 \text{ s}$$

$$t_s = 1 \text{ min } 40 \text{ s}$$

E) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à $1,5 \text{ m}^3$ d'air/ m^3 d'eau [14].

$$q_{\text{air}} = Q_p \cdot V$$

Tel que : V est le volume d'air à injecter ($1,5 \text{ m}^3$ d'air/ m^3 d'eau)

$$q_{\text{air}} = 0,008 \cdot 0.8 = 0.0064 \text{ m}^3 \text{ d'air}$$

$$q_{\text{air}} = 23.04 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

Tableau III.4 Récapitulatif des résultats

Dessableur		
Désignations	Unité	
Débit de pointe	m ³ /h	30
Vitesse d'écoulement	m/s	0.3
Vitesse de sédimentation	m/s	0.01
Section horizontale	m ²	0.8
Langueur	M	3
Largeur	M	0.27
Hauteur	M	1
Temps de séjour	S	100
Débit d'air à insuffler	m ³ /h	23.04

III.4.2. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

On sait que le dessablage élimine dans les environs de 70% des matières minérales. Celles-ci représentent 30% des MES.

Les MES contiennent 30% de MM (matières minérales) et 70% de MVS (matières volatiles en suspensions)

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est $MES = 23.90 \text{ Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS = 23.90 * 0,70 = 16.73 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM = 23.90 * 0,3 = 7.16 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales

$$MM_e = 7.16 * 0,70 = 5.01 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MMS = MM - MM_e = 7.16 - 5.01 = 2.15 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur :

$$MES_s = MVS + MMS = 16.73 + 2.15$$

$$MES_s = 18.88 \text{ Kg/j}$$

Pour la mise en place de station il faut faire le JARTESR afin de déterminer les quantités exactes de coagulant et de floculant. Je me suis basé sur les résultats du Jar-Test qui m'ont été fournis lors de ma période de stage au complexe CP1/Z.

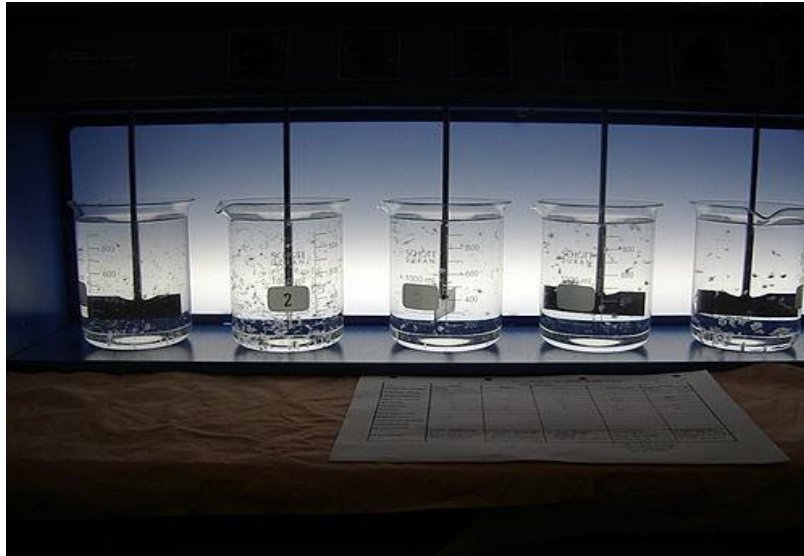


Figure III.1 Jar Test

III.5. Dimensionnement du bassin de coagulation

Les paramètres de coagulation des eaux de rejet du complexe CP1/Z après les tests physico-chimiques (Jar-Test) sont rassemblés dans le **tableau III.5**.

Tableau III. Détermination des caractéristiques du bassin

La dose du coagulant ($Al_2(SO_4)_3, 18H_2O$)	1 g/L
La dose du floculant	0.66 g/L
La vitesse d'agitation durant coagulation.	260 t/min
Le temps de coagulation	5.6 minutes
La vitesse d'agitation durant la floculation	60 t/min
Le temps de floculation	20 minutes
Le temps de séjour	20 minutes
Le débit d'eau de rejet	$Qp=30 \text{ m}^3/h = 0.008 \text{ m}^3/s$

a- Volume de bassin

$$V = Q_p t_s \dots\dots\dots (\text{Eq 9})$$

$$\text{On a : } V = 0,008 * 336 \Rightarrow V = 2.7 \text{ m}^3$$

b- Surface

La hauteur du bac est choisie étant égalé à $h=1.5$ m. (Valeur choisie selon la recommandation de l'industrie)

$$s = \frac{V}{H} \quad \Rightarrow s = 1.8 \text{ m}^2$$

c- Largeur :

$$l = \sqrt{\frac{s}{2}} \quad [7-8] \quad \Rightarrow l = \sqrt{\frac{1.8}{2}} \quad \Rightarrow l = 0.9 \text{ m}$$

d- La longueur :

$$L = \frac{V}{l \cdot h} \quad \Rightarrow L = \frac{2.7}{0.8 \cdot 1.5} \quad \Rightarrow L = 2.25 \text{ m}$$

Donc on a un bassin de : 2.25 m de longueur, 0.9m de largeur et 1.5m de hauteur.

III.5.1. Détermination du débit de la pompe doseuse du coagulant**a- Débit de la pompe doseuse**

$$Q_p C_{\text{coag}} = q_p C_{\text{con}} \dots \dots \dots (\text{Eq10})$$

Q_p : Débit de l'eau de rejet.

C_{coag} : Dose optimale de coagulant 1 g/L.

q_p : Débit de la pompe doseuse.

C_{con} : Concentration de coagulant égal à 100 g/L.

h : Hauteur de bac égal 2 mètre.

t_s : Le temps de séjour égal à 24 heures.

$$q_p = \frac{Q_p C_{\text{coag}}}{C_{\text{con}}} \dots \dots \dots (\text{Eq11})$$

$$\Rightarrow q_p = \frac{0.008 * 1}{100}$$

$$q_p = 0.00008 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow q_p = 0.288 \text{ m}^3/\text{h}$$

b- Calcul du volume du bac

$$V = q_p t_s \quad \Rightarrow V = 0.288 * 24$$

$$V = 6.912 \text{ m}^3$$

III.5.2. Dimensionnement de la lame de l'agitateur du bassin de coagulation

En pratique, la distance entre les parois verticales et les lames doit être de 25 cm. La distance entre la lame jusqu'au fond du bassin doit être de 15 cm. La figure III.2 présente un schéma représentatif de notre proposition. [11]

a- Longueur de la lame a

$$a = l - (2 * 0,25) \Rightarrow a = 0.4 \text{ m}$$

b- Largeur de la lame b

$$H = 10 b [18] \Rightarrow b = \frac{H}{10} \Rightarrow b = 0,15 \text{ m}$$

c- Surface de la lame de l'agitateur A

$$A = a * b = 0.4 * 0,15 \Rightarrow A = 0.06 \text{ m}^2$$

d- Vérification du dimensionnement de la lame

Il est convenu que A ne doit pas dépasser 20 % de la section du bassin.

$$20 \% * l * H = 20\% * 1.1 * 2 = 0.27 \text{ m}^2$$

On a

$$A = 0,06 \text{ m}^2 < 0,27 \text{ m}^2$$

Donc notre résultat est acceptable.

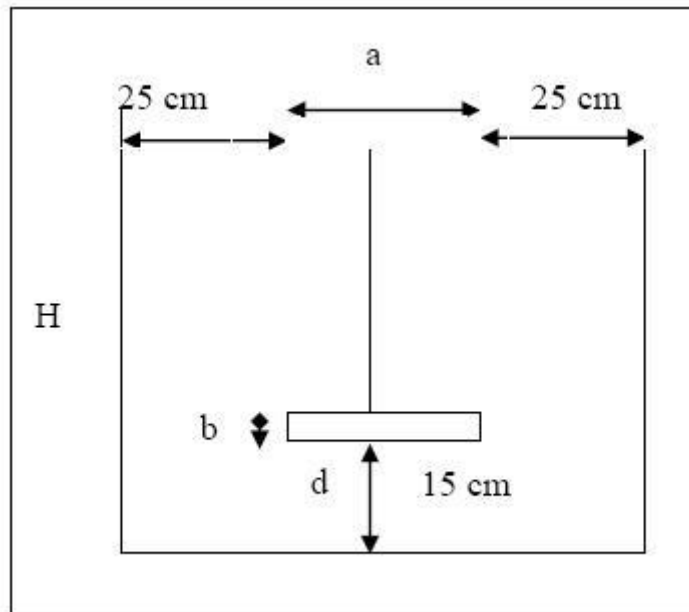


Figure III.2 : Représentation schématique de la lame de l'agitateur

III.6. Dimensionnement du clarificateur

Nous avons optés pour un décanteur de forme circulaire, avec un temps de séjour $t_s = 20$ min ; Temps déterminé lors des essais physico-chimiques.

➤ Profondeur du décanteur

Le calcul permettant de déterminer la profondeur du décanteur reste largement empirique et tient compte de trois paramètres :

- Obtention d'une eau claire;
- Bonne épaisseur de la boue ;
- Séparation entre l'eau claire et la boue.

Selon Kalbskopf [10], on additionnera la hauteur nécessaire à chacune des 3 zones, soit:

- Une zone d'eau clarifiée $> 0,5$ m, on prend 0,6 m ;
- Une zone de séparation de 0,8 à 1 m, on prend 1 m ;
- Une zone profonde de stockage pouvant dépasser parfois le 1 m, on prend 0,6 m.

$$\text{Donc } h = 0,6 + 1 + 0,6 = 2,2 \text{ m}$$

a) Volume de bassin

Le temps de séjour $t_s = 20$ min

$$v_s = \frac{H}{t_s} \Rightarrow v_s = \frac{2,2}{1200}$$

$$v_s = 0,0018 \text{ m/s}$$

$$V = Q_p t_s \Rightarrow V = 9.2 \text{ m}^3$$

b) Surface de bassin de décantation

$$s = \frac{Q_p}{v_s} \Rightarrow s = 4.44 \text{ m}^2$$

c) Diamètre de décanteur

$$s = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4s}{\pi}} \dots \dots \dots (\text{Eq 12})$$

$$D = 2.38 \text{ m}$$

III.6.1. Dimensionnement de la lame du clarificateur**a) Longueur de la lame (a)**

$$a = D - (2 * 0,25) \Rightarrow a = 1.88 \text{ m}$$

b) Largeur de la lame (b)

$$H = 10 b [9] \Rightarrow b = \frac{H}{10} \Rightarrow b = 0,22 \text{ m}$$

c) Surface de la lame de l'agitateur A

$$A = a * b = 2.86 * 0,22 \Rightarrow A = 0.614 \text{ m}^2$$

d) Vérification du dimensionnement de la lame

Nous avons convenue que A ne doit pas dépasser 20 % de la section du bassin.

$$20 \% * D * H = 20 \% * 3.36 * 2,2 = 1,047 \text{ m}^2$$

On a $A = 0.614 \text{ m}^2 < 1,047 \text{ m}^2 \Rightarrow$ résultat acceptable.

Vitesse périphérique (ω) :

$$\omega = 2\pi r n$$

r : Rayon de rotation.

n : Le nombre de tour par minute (vitesse de rotation).

$$r = \frac{a}{2} \Rightarrow r = 0.94 \text{ m}$$

En pratique, on prend :

$$n = 2 \text{ tours/min. [10]}$$

Nous avons donc :

$$\omega = 2\pi r n \Rightarrow \omega = 11.81 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

e) Vérification du critère de Reynolds R_e

Le nombre de Reynolds doit être inférieur à $5 \cdot 10^5$, afin d'éviter la cassie des floes.

Avec :

$$R_e = \frac{U b \rho}{\mu} \dots \dots \dots (\text{Eq 13})$$

U : La différence entre la vitesse d'écoulement du liquide et la vitesse du mouvement de la lame d'agitateur.

b : largeur de la lame.

ρ : Densité de l'eau résiduaires industrielles égal à $1,005 * 10^3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$.

μ : viscosité de l'eau résiduaire industrielle égal à $1,17 * 10^{-3}$ (Pa. s) (à $T = 20^{\circ}\text{C}$).

En pratique, on adopte une valeur de U telle que :

$$U = 0,75 \omega$$

Avec (ω) qui représente la vitesse périphérique de la lame.

$$U = 0,75 \omega \Rightarrow U = 13.47 \text{ m/min} = 0,224 \text{ m/s}$$

Nous avons donc :

$$R_e = \frac{U \cdot b \cdot \rho}{\mu} \Rightarrow R_e = 2.7897 * 10^4 \dots\dots\dots (\text{Eq 14})$$

$$\text{Donc } R_e < 5 * 10^5$$

III.6.2. Détermination du débit de la pompe doseuse et dimensions bac du flocculant

a) Débit de la pompe doseuse

$$Q_P C_{\text{floc}} = q_p C_{\text{flo}}$$

Q_P : Débit de l'eau de rejet.

C_{floc} : Dose optimale de flocculant = 0.33 g/l.

q_p : Débit de la pompe doseuse.

C_{flo} : Concentration de flocculant égale à 100 g/l.

h : Hauteur de bac égal 2 mètre.

t_s : Le temps de séjour égal 24 heure.

$$q_p = \frac{Q_p C_{\text{floc}}}{C_{\text{flo}}} \dots\dots\dots (\text{Eq 14})$$

$$\Rightarrow q_p = \frac{0,008 * 0.33 * 10^3 \cdot 10^{-3}}{100}$$

$$q_p = 0,0000528 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0.095 \text{ m}^3/\text{hr}$$

b) Calcul du volume du bac

$$V = q_p t_s \Rightarrow V = 0.19 * 24$$

$$V = 2.28 \text{ m}^3$$

La floculation a lieu dans un bassin dont le brassage est lent et dure généralement 20 min. Pour cela nous avons opté pour une floculation mécanique dont l'agitation est assurée par un mouvement de pales tournantes à axe horizontal.

III.7. Caractéristiques finales des bassins de coagulation et du clarificateur

a) Caractéristiques de bassin de coagulation

Temps de séjour = 20 min

Le volume du bassin $V = 2.7 \text{ m}^3$

La hauteur du bac $h = 1.5$ m

La surface $S = 1.8$ m²

La largeur $l = 0.9$ m

La longueur $L = 2.25$ m

Nombre d'agitateur : 1

Longueur de la lame de l'agitateur $a = 0.4$ m

Largeur de la lame de l'agitateur $b = 0,15$ m

Surface de la lame : $0,06$ m²

b) Caractéristiques du clarificateur

De forme circulaire.

Temps de séjour = 20 min

Volume = 9.2 m³

Surface = 4.44 m²

Diamètre = 2.38 m.

La hauteur du clarificateur $h = 2,2$ m

Nombre d'agitateur : 1

Longueur de la lame de clarificateur $a = 1.88$ m

Largeur de la lame de clarificateur $b = 0.22$ m

Surface de la lame du clarificateur : $0,641$ m²

Le rayon de la lame du clarificateur = 0.94 m

III.8. Filtre presse

Les boues produites doivent subir des traitements, parmi lesquels, on propose la filtration utilisant un filtre presse.

Les filtres presse sont très utilisés, malgré le caractère discontinu de leur fonctionnement et de leur coût d'investissement élevé. Leur développement est justifié pour les raisons suivantes :

1. Mécanisation chaque fois plus grande des appareils, jusqu'au point d'avoir besoin d'un minimum de main d'œuvre ou de surveillance pour les opérations de décharge des gâteaux ou de lavage des toiles,
2. Nécessité d'obtenir des gâteaux de grande sécheresse, pour permettre :
 - L'auto-combustion des boues dans leur incinération,
 - La réduction de la consommation de combustibles dans le cas de séchage thermique,
 - Une décharge plus confortable,
 - Une limitation des frais de transport des boues déshydratées.

Le filtre presse est le seul équipement qui garantit des pressions effectives très importantes (16 bars et supérieurs), avec lesquelles on obtient des sécheresses de gâteau maximales.

Le filtre presse présente plusieurs avantages :

- Haute performance en termes de siccité (30 à 80%),
- Simplicité, robustesse, fiabilité,
- Faible coût d'exploitation,
- Consommation d'énergie et de réactifs très faible,
- Main d'œuvre très réduite,
- Adaptabilité aux variations de production, concentration, conditionnement,
- Taux de captures des Matières En Suspension excellent.
- Faible coût de maintenance. [18]



Figure III.3 Filtre presse

En se basant sur les calculs pour la réalisation d'une station d'épuration, nous proposons le schéma (**Figure III.4**). La station comportera :

- Un dégrilleur
- Un dessableur-déshuileur
- Un bassin de coagulation,
- Un clarificateur,
- Et un filtre presse pour les boues.

Le devenir de l'eau traitée sera laissé au choix de l'entreprise.

La station de traitement des rejets liquides du complexe CP1/Z comprend plusieurs étapes successives visant à éliminer les impuretés et les polluants présents dans les effluents. Les rejets liquides passent d'abord par un dégrilleur pour retenir les déchets grossiers, puis par un dessableur-déshuileur afin d'éliminer les sables et les huiles. Ensuite, l'eau est acheminée vers un bassin de coagulation et de floculation où des réactifs sont ajoutés pour favoriser l'agglomération des particules. Le mélange est ensuite dirigé vers un clarificateur pour séparer les boues de l'eau traitée. Enfin, les boues récupérées sont déshydratées à l'aide d'un filtre-pressé, tandis que l'eau clarifiée est rejetée comme eau traitée.

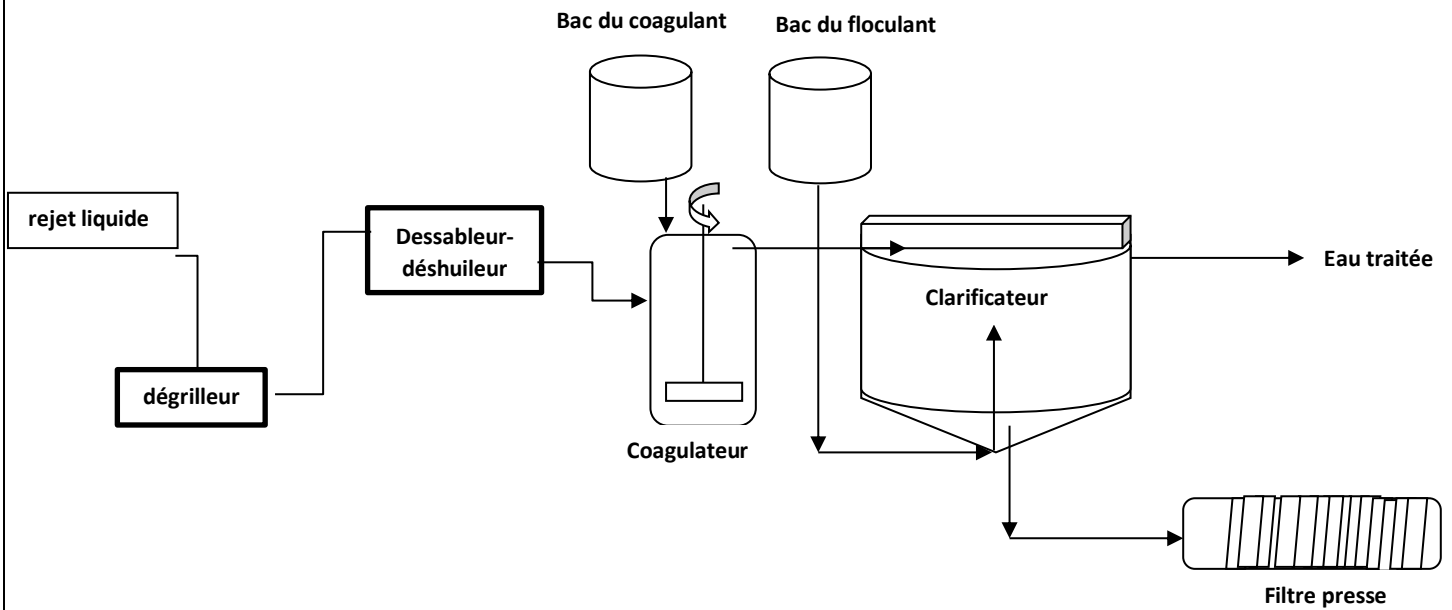


Figure III.4 Schéma global de la station de traitement des rejets liquides du complexe CP1/Z

Conclusion générale

Le développement de l'humanité est de plus en plus freiné par la pollution croissante de l'eau, la contamination des lacs et des rivières est un des problèmes de pollution de l'eau que l'on rencontre le plus fréquemment dans le monde, d'où la nécessité d'épurer les eaux usées avant de les rejeter dans les milieux naturels. Pour répondre à la demande en eau, la gestion de l'eau doit s'appuyer sur des mesures économiquement fiables, techniquement applicables et économiquement acceptables.

La meilleure façon de répondre à cela, c'est l'installation d'une station de traitement des effluents liquides qui est généralement effectuée à l'extrémité d'un réseau de collecte. C'est ce que nous avons proposé au complexe CP1/Z, afin que ces eaux de rejet répondent aux exigences dictées par la loi Algérienne Décret N° **06-141. 10 Juillet 2006**

Dans mon travail, je me suis appuyé sur les résultats des analyses des eaux de rejet réalisées sur une période de six mois. L'exploitation de ces données m'a permis de mettre en évidence les caractéristiques des effluents et de constater que plusieurs paramètres dépassaient les normes de rejet en vigueur. Sur la base de ces résultats, j'ai proposé un procédé de traitement physico-chimique adapté afin d'améliorer la qualité des rejets et de respecter les exigences réglementaires.

La station proposée comprend les filières de traitement suivant :

Un dégrillage pour retenir les déchets volumineux pas des grilles.

Un déshuileur et un dessableur pour éliminer les huiles et le sable

Coagulation assurée dans un bassin de coagulation où s'effectuera la première réaction chimique,

La clarification assurée dans le clarificateur et où se passe la deuxième réaction chimique qui est la floculation, en même temps que la décantation pour limiter l'érodabilité des floes

En fin, une filtration assurée par un filtre presse qui assurera la siccité de la boue.

Recommandations

Cette étude n'est qu'une tentative préliminaire pour proposer une station de traitement des effluents liquides au niveau du complexe CP1/Z. Il est donc nécessaire de la parfaire en tenant compte de plusieurs paramètres :

Réaliser une ségrégation des réseaux de drainage selon les types de rejets :

- Eau usée domestique
- Eau pluviale
- Eau chimique

Mettre en œuvre un programme d'analyses des paramètres réglementaire des rejets d'effluents liquides du complexe en interne

Refaire les essais du jar test, et suivre la décantabilité.

Envisager, à moyen terme, l'intégration d'un procédé spécifique d'élimination des métaux lourds afin d'améliorer davantage la qualité des rejets et de renforcer la protection de l'environnement.

Réaliser des analyses complémentaires des boues produites et étudier, à terme, les solutions de traitement ou de valorisation les plus appropriées afin d'assurer une gestion durable de ces résidus.

Conception des fosses septique de décantation pour les eaux sanitaire

Mettre les moyens de contrôles (analyseur automatique) et de traitements nécessaires susmentionnés pour assurer le respect des valeurs limites de rejets d'effluents liquides réglementaire

Bibliographie

- [1]-Document du CP1/Z : présentation du complexe .
- [2]-Université Djillali Liabès, Cours Traitement des eaux usées 2024 [2] Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (dir.). (2014). Encyclopédie Kirk-Othmer de technologie chimique (5e éd.). John Wiley & Sons.
- [3] Belgacem, G., & Selmani, O. (2021). Étude des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées de la STEP Est de Tizi-Ouzou (Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou).
- [[4]-2025- Université de Tiaret : thèse de doctorat EN SCIENCE Présentée par M. BOUKHELLOUT Salah Domaine science de la vie et de la nature Spécialité science de la vie et de la nature
- [5] - Martin J. et maystre L.Y., santé et pollution de l'air, presses polytechniques romandes, Lausanne, 1988 .
- [6]-2024-Université Souk Ahras : document scientifique intitulé « Traitement des eaux usées »,
- [7]-2023-DSpace universitaire algérien / Tlemcen : mémoire sur Impact de la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation des Terres agricoles en Algérie (Tlemcen)
- [8]-2021-Université Batna 2 : cours « Les eaux usées urbaines »
- [9]-2024- Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou : mémoires de master en AMENAGEMENT D'UN CANAL ARTIFICIEL EN MATELAS RENO POUR LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS
- [10]-Horizons.dz, <<< Ressources en eau : Le traitement des eaux usées en Algérie », mai 2024 horizons
- [11]-Horizons.dz, << Epuration de 601 millions m³ d'eaux usées par an », novembre 2025 horizons
- [12] – Ramade. F, Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Dunod. Paris, 2000.
- [13] – Meinck. F, Stoof H et Kohlschutter H, les eaux résiduaires industrielles, Masson, Paris, 2^{ème} édition, 1977.
- [14] CARDOT.C, "Génie de l'environnement, les traitements de l'eau, procédés pPhysico-chimiques et biologiques" .Cours et problèmes résolus" Edition ellipse, 1999.
- [15] - MOHAND-SAID OUALI, " Traitement des eaux", office des publications universitaires, 2001.
- [16] – Robert Thomazeau. Station d'épuration [eaux potables-eaux usées], technique et documentation. paris. 1981.
- [17] - ROUSTAN.M, PHARAMOND.J, "Agitation-mélange" Technique de l'ingénieur. JII2, A5900.

[18] - AFIR.D & MEZAOU.A, Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation-floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali", mémoire d'ingénieur, école nationale Polytechnique, 1984.

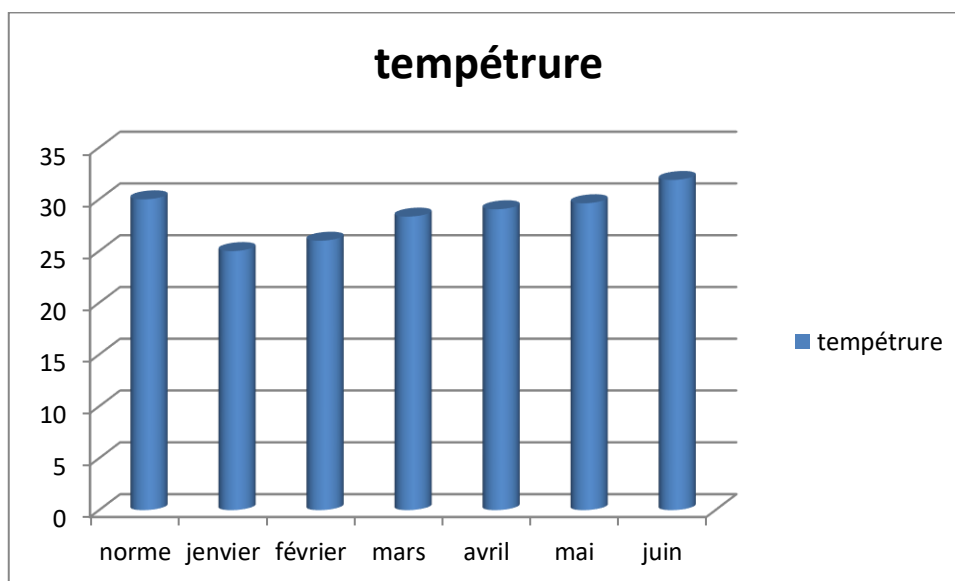
Annexe 1: Détermination des paramètres physico-chimiques

Les paramètres déterminés au niveau de laboratoire sont : Matières en suspension (MES), Demande biochimique en oxygène (DBO_5), Demande chimique en oxygène (DCO),

Total des solides dissous (TDS), Azote Kjeldahl, pH à 20°C, Conductivité à 20°C, Fer.

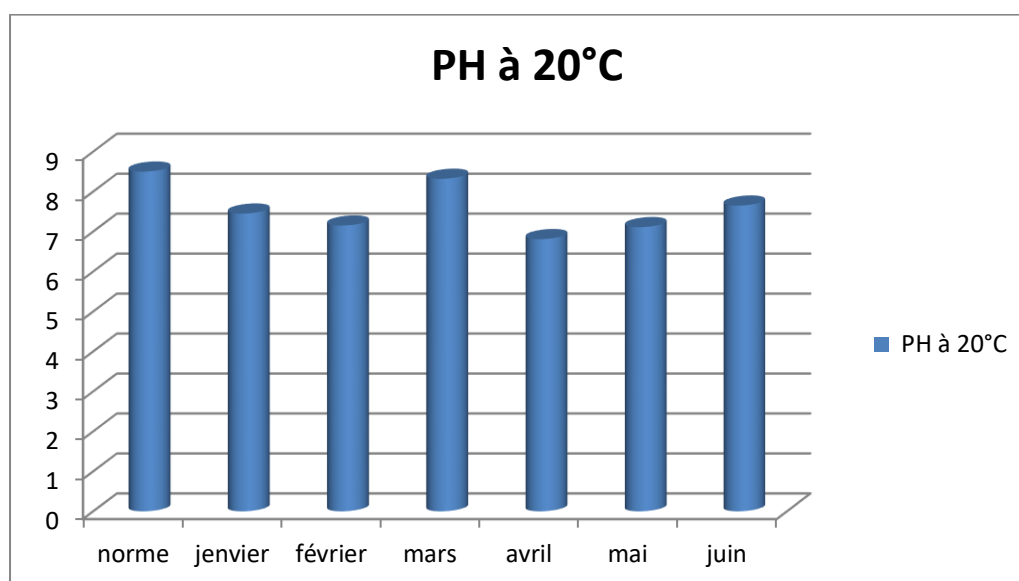
Résultat de l'Analyse des rejets liquides au niveau du rejet CP1/z

1. Mesure de la température



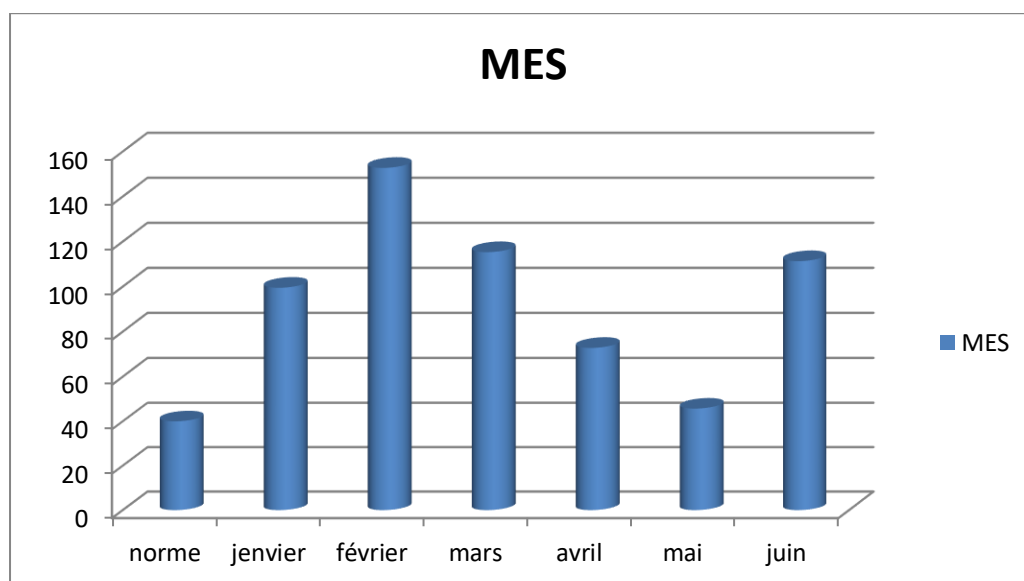
Annexe 2. Evolution de la température dans les rejets liquides de rejet du complexe CP1/Z

2. Mesure du PH :



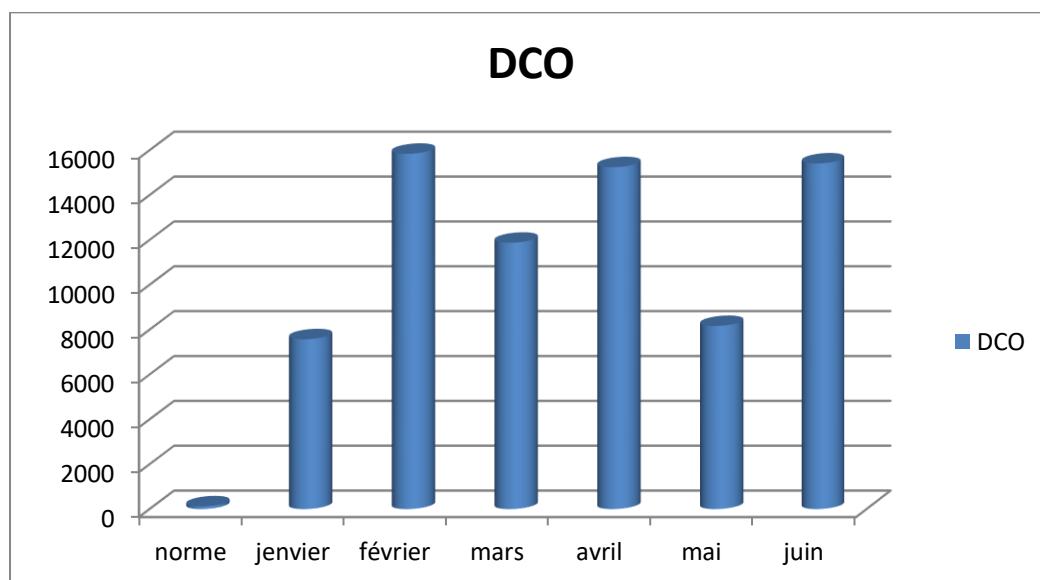
Annexe 3. Evolution du pH dans les rejets du complexe CP1/Z

3. Mesure de la MES :



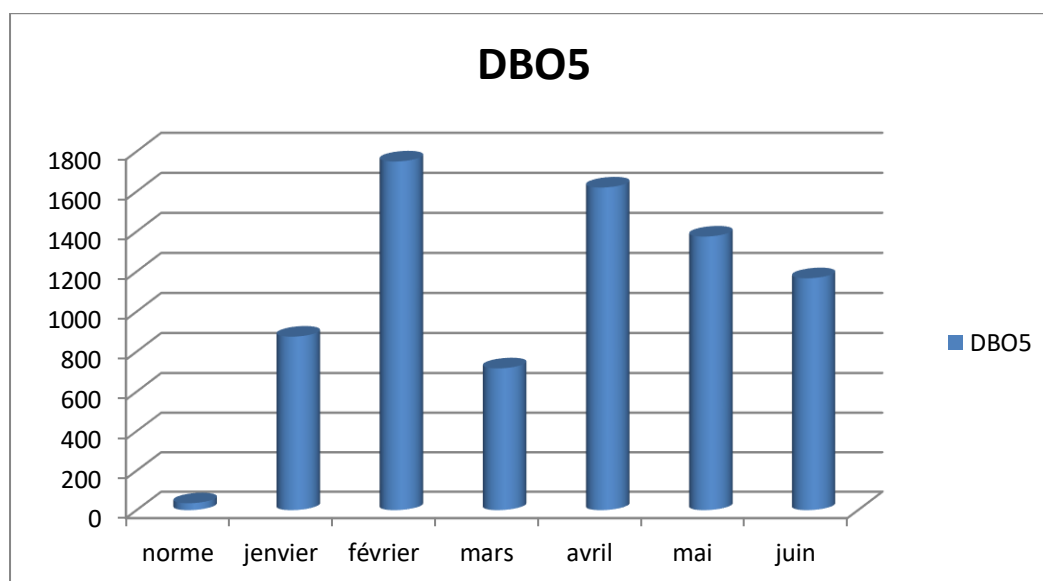
Annexe 4 Evolution du MES dans les rejets du complexe CP1/Z

4. Mesure de la DCO :



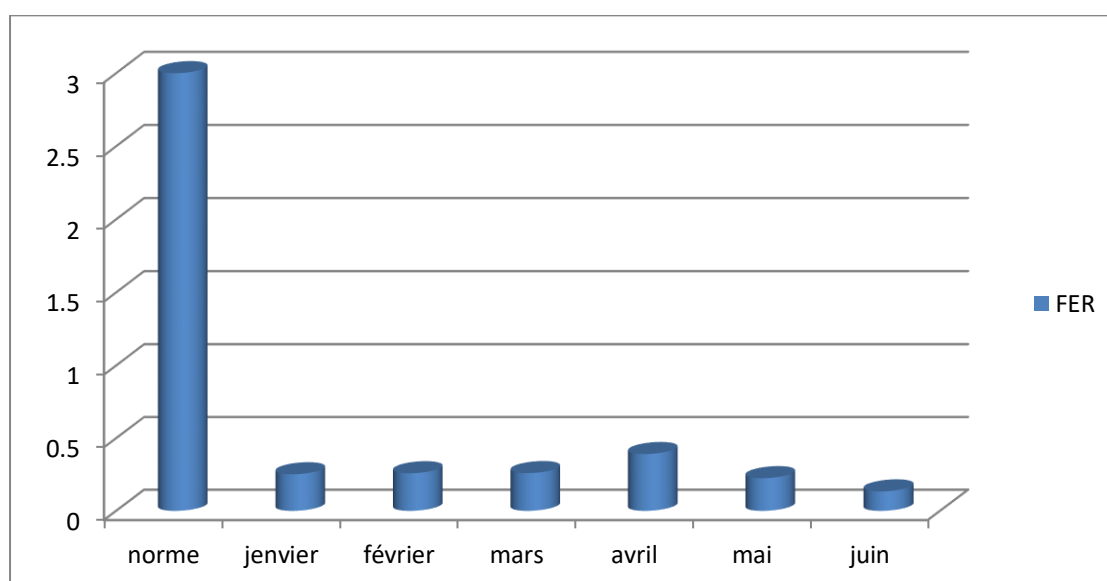
Annexe 5. Évaluation de la DCO dans les rejets du complexe CP1/Z

5. Mesure de la DBO₅ :



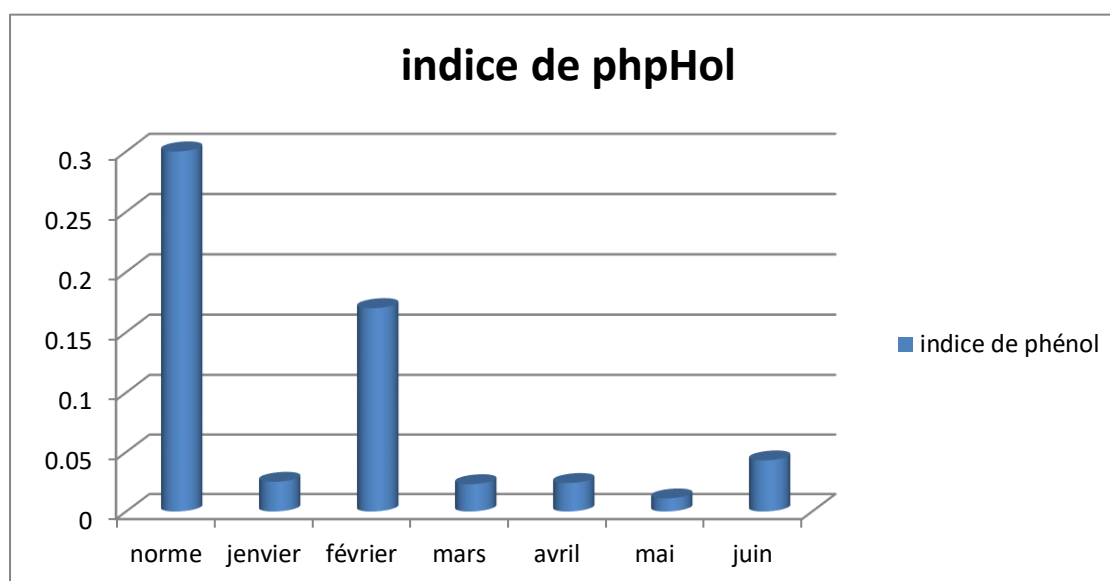
Annexe 6. Évaluation de la DBO₅ dans les rejets du complexe CP1/Z

6. Mesure du FER :



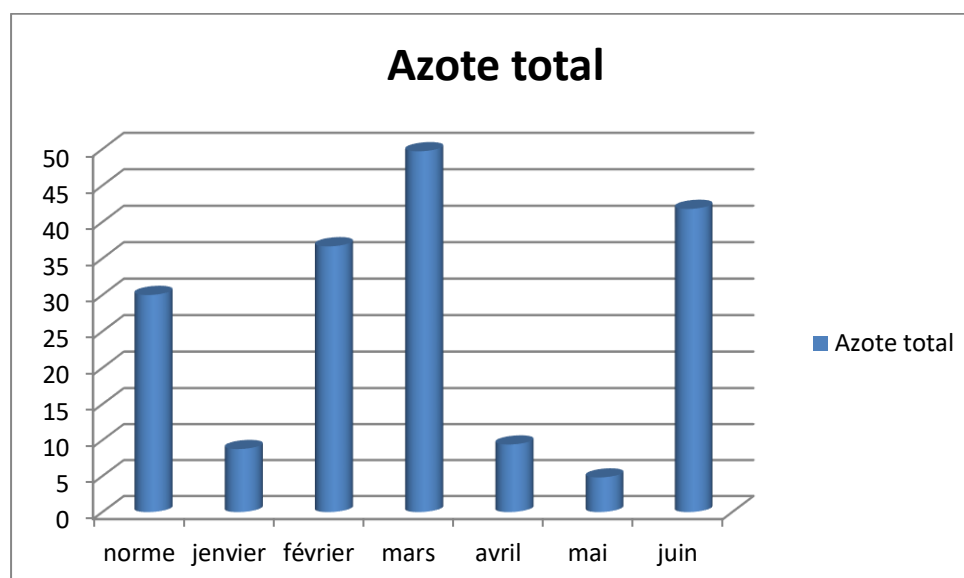
Annexe 7. Évaluation du FER dans les rejets du complexe CP1/Z

7. Mesure de l'indice de pHéol :



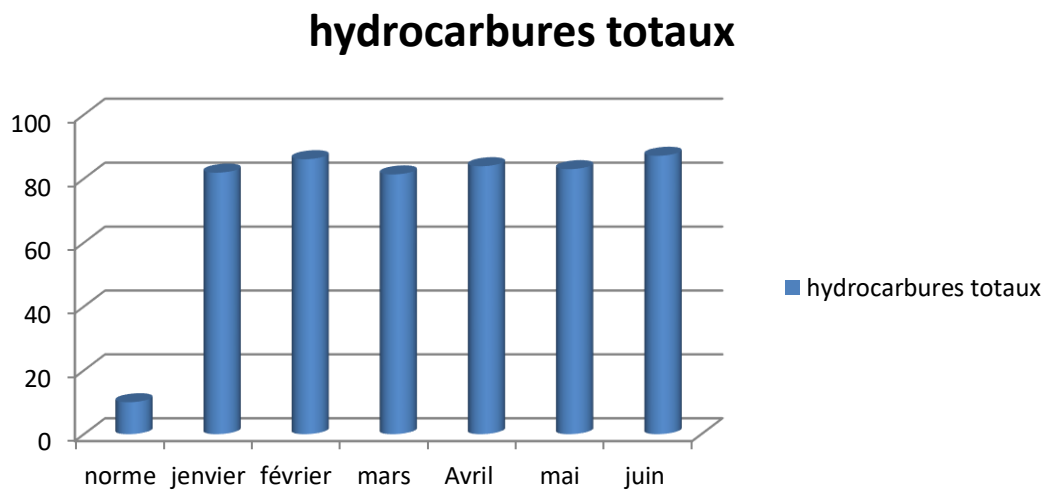
Annexe 8. Évaluation de l'indice de pHéol dans les rejets du complexe CP1/Z

8. Mesure de l'azote :



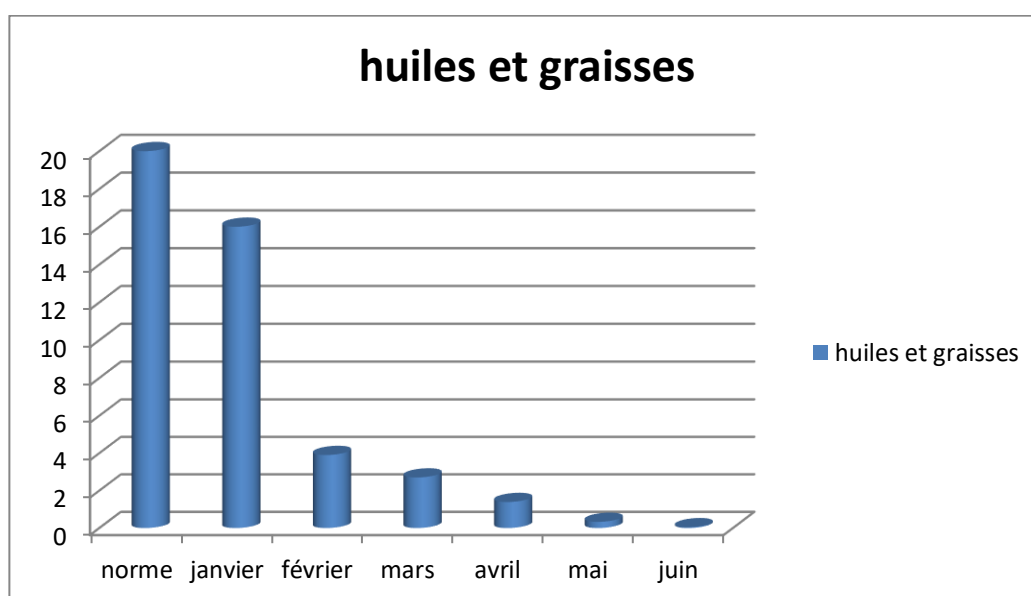
Annexe 9. Évaluation de l'azote total dans les rejets du complexe CP1/Z

9. Mesure d'hydrocarbures totaux :



Annexe 10. Évaluation des hydrocarbures totaux dans les rejets du complexe CP1/z

10. Mesure des huiles et graisses :



Annexe 11. Évaluation des huiles et graisses dans les rejets du complexe CP1/Z