



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم -
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2.... /
GPE/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
DE MASTER ACADIMIQUE

Filière : Génie des Procédés

Option : Génie des Procédés de l'Environnement

Thème

*Analyse de la pollution liquide et dimensionnement
de la station d'épuration des eaux usées du
complexe GL2/Z*

Présenté par :

1. LARADJI Chaima
2. MAI KHERROUFA HANAE .

Soutenue le 15/06/ 2020 devant le jury composé de :

Président :	Mme DRIOUCH Aoutef	MCA	Université de Mostaganem
Examineur :	Mme B. BENALIOUA	MCB	Université de Mostaganem
Encadrant :	Mr MEROUANI Djilali Redha	Pr	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2019/2020

REMERCIEMENTS

Grâce à Allah le tout puissant, clément et Miséricordieux qui nous a donné la force, le courage et la volonté de pouvoir finir ce travail.

Donc tous nos remerciements vont à Allah en premier lieu.

*Nous remercions ensuite avec une profonde considération et une attention particulière notre encadreur **Monsieur MEROUANI Djilali Redha** Professeur à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem pour sa disponibilité et ses conseils très précieux tout au long du cheminement de ce travail, sans qui ce travail restera inachevé.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements à **Mme DRIOUCH AOUTEF**, Maître de Conférences A à l'Université de Mostaganem, d'avoir bien voulu présider le jury.*

*Nous sommes également très reconnaissants à : **Mme BENALIOUA** Maître de Conférences B à l'Université de Mostaganem, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nos remerciements à tout le staff universitaire, sans exception, qui nous ont aidés de leur mieux afin que nous puissions finir nos études en de meilleures conditions, sans oublier l'entière disponibilité de l'encadrement et les travailleurs du complexes GNL2/Z.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste mémoire, conséquence de longues années d'études, en premier lieu à :

✚ **Nos chers parents**, à qui nous devons beaucoup, pour leurs sacrifices, leur amour, leurs aides et leur soutien afin de nous voir parvenir à ce que nous sommes devenus aujourd'hui, et qui nous ont soutenus tout le long de ce parcours, ce qui nous a donnés la volonté de continuer et de finir ce travail.

✚ A notre directeur de mémoire le **Pr MEROUANI Djilali Redha** que Dieu lui donne pleine de Santé et l'aide dans son travail.

Nous dédions également ce travail à ;

- Toute la famille **Mai, Belhamiti et Laradji, OUADEH.**
- A tous nos Professeurs qui nous ont données de leurs temps pour nous inculquer tout le savoir cumulé au long de notre cursus universitaire.
- A tous nos amis (es) et camarades.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I	2
I.1- FONCTION DU COMPLEXE GL2/Z :	3
I.2- SITUATION GEOGRAPHIQUE DU COMPLEXE GL2/Z :	3
I.3- HISTOIRE DU COMPLEXE GL2/Z :	3
I.4- QU'EST-CE QUE LE GAZ NATUREL :	4
I.5- LES ZONES DU GL2/Z :	4
I.5.1- Zone des utilités :	4
A. Source d'énergie :	4
B. Source de refroidissement :	5
C. Production d'électricité :	5
D. Unité de dessalement :	5
E. EProduction d'air comprimé :	6
I.5.2- Zone de procédé (process) :	6
a) Section du traitement de gaz :	6
b) Section de séparation et de liquéfaction :	6
c) Section de fractionnement :	6
I.5.3- Zone de stockage « terminal » :	7
I.6- LA POLLUTION DES EAUX USEES :	7
CHAPITRE 2	8
II.1- INTRODUCTION :	9
II.2- ORIGINE DES REJETS LIQUIDES :	9
II.2.1- Rejets eau de mer :	9
• La section dessalement :	9
• La section de refroidissement :	9
II.2.2- REJETS D'EAU USEE DOMESTIQUE ET INDUSTRIELLE :	10
• Eaux huileuses :	10
• Eaux à forte salinité riches en polluants chimiques :	10
• Eaux sanitaires ou domestiques :	11
II.3- PARAMETRE DE MESURE DE LA POLLUTION :	11
II.3.1- Paramètres Physiques	11
II.3.2- Paramètres chimique :	12
II.4- LES POINTS DE PRELEVEMENT :	12
II.5- ANALYSES REALISEES SUR L'ECHANTILLON D'EAU DE REJET :	13
II.6- CALCUL DES DEBITS ET DES CHARGES POLLUANTES :	19
II.6.1- Calcul les Débits :	19
II.6.2- Calcul des charges polluantes :	20
II.7- TRAITEMENTS DES EFFLUENTS :	20
II.7.1- Prétraitements :	21
• dégrillage :	21
• Dessablage :	21
• Dégraissage et déshuilage :	22
II.7.2- Partie calcul (Prétraitements) :	22
CONCLUSION GENERALE	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	28

Introduction générale

Le complexe GL2/Z a pour mission de liquéfier le gaz naturel provenant des champs gaziers de Hassi R'mel avec possibilité d'extraction du propane, du butane et de la gazoline. Le GNL (gaz naturel liquéfié) est pompé et chargé dans des méthaniers spécialement conçus pour le transport cryogénique pour être expédié vers l'étranger. Le complexe est doté de 06 trains de liquéfaction qui traitent le gaz naturel depuis son admission au complexe jusqu'à son chargement sur les méthaniers et son expédition vers le marché international. Ces traitements englobent des opérations de purification, des opérations de séparation et des procédés de liquéfactions. Les opérations de traitement de chaque train nécessitent des utilités pour accomplir la tâche requise. Ces utilités concernent la production d'énergie qui peut être électrique, pneumatique, vapeur d'eau, eau distillée ou encore fluide de refroidissement. Que ce soit production de vapeur, d'eau distillée ou d'eau de refroidissement, le complexe utilise l'eau de mer pour la production de ces utilités. Après utilisation, l'eau de mer devient rejet industriel liquide chargée de différents produits contaminants qui peuvent créer une pollution si aucun traitement n'est appliqué.

Le présent travail consiste à étudier les rejets industriels du complexe GNL2/Z pour un éventuel traitement dans une station de traitement d'eau usée. Il s'articule sur une étude préliminaire et un suivi des rejets du complexe ainsi que leurs analyses pour les comparer aux normes. Il est divisé en **deux chapitres majeurs** en plus de l'introduction et de la conclusion.

Le premier chapitre est une **synthèse bibliographique** qui traite la description du complexe GL2/Z

Le second chapitre énumère l'origine des rejets liquide du complexe GL2/Z, les analyses physicochimiques faites au laboratoire dont ils serviront à un essai de dimensionnement d'une station d'épuration d'eau industrielle spécifique complexe GL2/Z.

Chapitre I

I.1- Fonction du complexe GL2/Z :

L'usine a été conçue pour le but de traiter le gaz naturel transporté par gazoduc en provenance des champs gaziers en gaz naturel liquéfié (GNL) avec possibilité d'extraction du propane, du butane et de la gazoline. Mais avant tout, le complexe a pour mission le transport sous forme liquide de gaz naturel (GNL), car le but de la liquéfaction de gaz naturel est de réduire son volume de 600 fois pour faciliter son transport. Le GN provenant de Hassi R'mel, est un mélange d'hydrocarbures légers avec une présence prédominante de méthane (plus de 80%) et d'autres composés en faible proportion (mercure, azote, hélium, vapeur d'eau et du gaz carbonique), mais certains d'entre eux tendraient à se condenser et à se solidifier à de basses températures mais qui sont supérieures à celle de la liquéfaction du gaz naturel (-162°C) provoquant l'obstruction des tuyauteries et des équipements froids. C'est pour cette raison qu'on doit éliminer ces composants.

I.2- Situation géographique du complexe GL2/Z : [1]

Le complexe GL2/Z est situé à BETHIOUA 40 KM à l'ouest d'Oran (à 390 Km d'Alger) son emplacement au bord de la mer Méditerrané lui permet d'utiliser son eau comme source d'alimentation pour le refroidissement, la production d'eau dessalée et la lutte anti-incendie.

I.3- Histoire du complexe GL2/Z :

Le complexe GL2/Z est la dernière usine de liquéfaction ou l'engineering a été assuré par la société américaine d'engineering "PULLMAN KELLOGG " qui a été chargé des études de la construction et du démarrage des différentes installations.

Signature du contrat	09/02/1976
Ouverture du chantier	15/03/1977
Pose de la première pierre	21/02/1978
Première production du GNL	20/01/1981
Première expédition du GNL	29/01/1981

I.4- Qu'est-ce que le gaz naturel :

Comme le pétrole, le gaz naturel est une énergie fossile ne résultant pas de la transformation d'une autre énergie. Il se forme, lui aussi, à partir de la décomposition d'organismes au fond des océans, et est plus léger que le pétrole. L'une des principales spécifiées de la chaîne gazière est le transport. Pendant longtemps, le gaz naturel a été considéré comme un sous-produit du pétrole et était brûlé à la torche sur de nombreux gisements. Il a commencé à être utilisé aux Etats Unis, dans l'industrie d'abord, puis pour des usages domestiques en se substituant peu à peu au gaz manufacturé. Son développement a ensuite été très rapide, grâce à l'abondance de ses réserves, à leur répartition sensiblement plus équilibrée que celle du pétrole et à son excellente qualité pour le consommateur final.

I.5- les zones du GL2/Z : [1]

Le complexe GL2/Z comprend (03) zones essentielles :

Zone utilité, zone procédé et zone terminal.

I.5.1- Zone des utilités :

Le complexe GL2/Z fonctionne en totale autonomie et ceci en produisant sur site, ses ressources nécessaires en eaux, vapeur et électricité. Ces ressources sont produites au niveau de ce qu'on appelle la zone des utilités ; le rôle de cette dernière est de fournir aux six (06) trains de liquéfaction les ressources nécessaires à leur bon fonctionnement.

A. Source d'énergie :

La source d'énergie choisie pour le complexe est la vapeur produite à partir du distillat provenant des unités de dessalement, elle sert à entraîner les équipements rotatifs tels que *turbocompresseurs, turbopompes, et turboventilateurs.*

Trois chaudières haute pression (**HP**) de **62 bars** et une chaudière basse pression (**BP**) de **17.5 bars** produisent la vapeur nécessaire pour la zone des utilités



Figure I.1

Photographie de Chaudière HP 62 Bar

B. Source de refroidissement :

L'eau est la source de refroidissement transportée par une station de pompage de six pompes *électriques* et d'une *turbopompe* pouvant aspirer puis refouler 173400 m³/h d'eau de mer. Cette eau est d'abord filtrée par un système de grille rotative afin d'éliminer tous corps étrangers, puis traitée dans la station de chloration du complexe pour éliminer la faune et la flore.



Figure I.2

Unité de pompage d'eau de mer

C. Production d'électricité :

La production d'électricité est assurée par trois (03) turboalternateurs fonctionnant simultanément ; ces alternateurs sont entraînés par des turbines à vapeurs et l'échappement de chaque turbine se fait dans les condenseurs sous vide refroidis à l'eau de mer. Les turboalternateurs fournissent l'énergie de 36 MW par générateur.

D. Unité de dessalement :

Elle permet de produire l'eau distillée (eau dessalée) des chaudières de 225 m³/h, le système de refroidissement du procédé à l'alimentation et le système anti-incendie. Il y a six (06) unités de dessalements. Chacune a une capacité de 45 m³/h assurant la production de cette énergie.



Figure I.3

Les Dessaleurs

E. Production d'air comprimé :

Ce système fournit l'air service et l'air instrument nécessaires aux 5 unités du procédé, aux installations de stockage et de chargement du GNL, à la section des utilités et à tous les services généraux des installations auxiliaires. Cette section est composée de quatre compresseurs d'air : deux fonctionnant avec turbines et deux avec moteurs électriques.

1.5.2- Zone de procédé (process) :

Cette zone est composée de six (06) trains de liquéfaction indépendants qui produisent 9000 m³/jour/train du GNL. Le gaz naturel venant de HASSI R'MEL est distribué à chacun des trains par un réseau de canalisation permettant d'assurer un débit de 270 000 Nm³/h pour chaque train.

Dans chaque train le gaz d'alimentation passe par trois (03) différentes étapes de traitement :

a) Section du traitement de gaz :

Elle comprend trois (03) étapes :

1. Démercurisation : consiste à éliminer le Hg.
2. Décarbonatation : consiste à éliminer le CO₂.
3. Déshydratation : consiste à la diminution de la vapeur d'eau.

b) Section de séparation et de liquéfaction :

Elle comprend deux (02) étapes :

1. Séparation : consiste à la séparation des hydrocarbures lourds.
2. Liquéfaction : consiste à liquéfaction du propane.
3. Elimination de l'azote.

c) Section de fractionnement :

Elle traite le gaz qui provient du bas de la colonne de lavage. C'est le système de fractionnement des hydrocarbures lourds, il comprend (03) étapes :

- Dé-éthamination : Elle consiste à la récupération de l'éthane.
- Dépropanation: Elle consiste à la récupération du propane.
- Débutanisation de l'azote : Elle consiste à la récupération du butane.

I.5.3- Zone de stockage « terminal » :

Le GNL produit par les trains de liquéfaction est dirigé vers les trois (03) bacs de stockage par les pompes de chaque train.



Figure I.4 :
Bacs de stockage du complexe GL2Z

La zone de stockage et de chargement contient :

- Trois (03) réservoirs de GNL d'une capacité de 100 000 m³.
- Deux (02) réservoirs de gasoline d'une capacité de 14 500 m³.
- Une station de pompage de GNL d'une capacité de 10 000 m³/h.
- Deux (02) quais d'expédition avec dix (10) bras de chargement.
- Un réseau d'annexe comprenant les systèmes d'épuration pour les torches et le brulot.

Le complexe rejette d'importants volumes d'effluents liquides toujours plus importants. Ces rejets constituent, actuellement, la préoccupation environnementale majeure : la pollution par les eaux usées.

I.6- La pollution des eaux usées : [2]

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités Humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines :

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

Chapitre II

II.1- Introduction :

Dans cette partie de travail, nous entamons une enquête concernant les origines des différents types de pollution présentes au niveau du rejet final du complexe. Pour cela, une visite complète des sites de production ainsi que les points de sortie des rejets vers mer a été effectué.

II.2- Origine des rejets liquides : [3]

Le complexe de liquéfaction de gaz naturel 2 représente une source de pollution pour le milieu marin. Leur rejets peuvent être représentés par :

- Les rejets d'eau de mer, leur quantité est estimée à 186.000 m³/h.
- Les rejets d'eaux usées domestiques et industrielles, leurs quantités sont estimées à 200 m³/j.

II.2.1- Rejets eau de mer :

Les rejets d'eau de mer proviennent principalement de deux sections majeures, la section de dessalement et celle du refroidissement.

- **La section dessalement :**

A pour but de produire de l'eau distillée à partir de l'eau de mer. Les rejets représentent la saumure à forte salinité et les produits chimiques injectés aux niveaux des dessaleurs à noter les antitartres tel l'acide sulfanilique et les inhibiteurs de corrosion à très faibles concentrations injectés dans les cellules du dessaleur. Nous estimons les besoins d'eau de mer un débit d'entrée de 3000 m³/h pour une production de 300 m³/h d'eau distillée. 2700 m³/h d'eau chargée en saumure à forte salinité est renvoyée dans la méditerranée sans aucun traitement préalable.

- **La section de refroidissement :**

Où la majorité de l'eau de mer aspirée et traitée par le complexe est destinée au refroidissement des équipements d'échange thermiques. L'eau utilisée est évacuée vers le milieu marin à une température élevée qui dépasse les normes de 30°C. Cette eau peut contenir également des métaux issus de la corrosion des équipements tels que le fer ou le cuivre ainsi que de l'huile en raison des multiples fuites au niveau des échangeurs ajoutées au antitartres à base de phosphates et polyphosphates plus les inhibiteurs de corrosion .

Le laboratoire du complexe de liquéfaction de gaz naturel ne fait aucun suivi d'analyse pour déterminer la composition exacte des rejets d'eau de mer dans le but d'estimer le degré de pollution sachant que les rejets contiennent de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) qui est une solution toxique injectée en continu ou en choc pour éliminer les micro-organismes contenus. Le NaOCl est injecté au niveau du GL1/Z avec une

concentration de 2 à 3 mg/l. La concentration doit être à la sortie de l'ordre de 0,5 mg/l. Actuellement le suivi des analyses ne se fait pas, et donc la toxicité de l'eau de mer rejetée demeure inconnue.

II.2.2- Rejets d'eau usée domestique et industrielle :

Le complexe rejette des quantités importantes d'eaux usées regroupant des :

- ***Eaux huileuses :***

Provenant des différentes unités de procédé, station de pompage, réseau de tuyauterie, vidanges (des équipements, cuves ou réservoir). 95% des huiles utilisées par le complexe sont destinés à la lubrification des équipements. Les huiles arrivent dans l'eau soit par entraînement avec le gaz au niveau des compresseurs de procédé, et retrouvée ensuite décantée au niveau des ballons, des échangeurs, ou elle est purgée vers l'égout, soit par perte due à l'étanchéité des équipements ou aux manœuvres de remplissage des cuves ; dans ce cas, l'huile se retrouve déversée à proximité des équipements puis entraînée vers l'égout avec les eaux de pluie ou de lavage.

- ***Eaux à forte salinité riches en polluants chimiques :***

Principalement due à la surconsommation du mono éthanol-amine (MEA) dans la section de la décarbonatation et la contamination par l'eau de mer encas de fissure des tubes des échangeurs à eau de mer, le tout mélangé aux rejets de la section des utilités provenant principalement des purges déconcentration des chaudières, des fuites du circuit d'eau de chaudière. les eaux de nettoyage des équipements échangeurs et ballons. Les effluents des utilités contiennent des produits chimiques utilisés pour contrôler le pH (phosphate trisodique NO_3PO_4), pour absorber le O_2 (Eliminox à base de $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{CO}_n-\text{HNH}_2$), pour éliminer le CO_2 et ajuster le pH des eaux de chaudière (cyclohexylamine ; $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2$). Ajouter aux effluents de lessivage des chaudières et des dessaleurs avec une fréquence du lessivage en moyenne de l'ordre de 6 à 12 mois pour les dessaleurs et de 4 à 5 ans pour les chaudières. Il est à noter que Quelques produits chimiques tel que les inhibiteurs de corrosion sont achetés sous des noms commerciaux, dont la composition chimique et les risques encourus sont inconnus des opérateurs. De ce fait, les précautions à prendre lors de leur manipulation et de leur élimination dans la nature sans traitement ne sont nullement précisées puisque, selon notre enquête, il n'existe pas de fiches techniques et toxicologique livrées par les fournisseurs.

- **Eaux sanitaires ou domestiques :**

Regroupe les eaux provenant des cantines, des toilettes, etc. Toutefois, le volume des eaux domestiques usées provenant du complexe reste faible par rapport au volume des eaux usées industrielles. On peut supposer donc qu'il y ait donc une interaction entre ces 2 types d'eaux sur la flore et la faune marine. Les eaux usées domestique sont estimées à $30 \div 40 \text{ m}^3/\text{h}$. Elles peuvent contenir : des matières en suspension (MES) telles que le sable, les déchets végétaux et animaux, des graisses et des matières dissoutes (sels divers, matière organique), des produits chimiques (benzoïdes, acétones, etc.) et des micro-organismes. Leur rejet dans la mer risque d'entraîner un déséquilibre de la composition chimique et organique des eaux marines.

Actuellement, tous les rejets cités auparavant s'évacuent directement du collecteur des égouts vers la mer. Les deux unités de, traitement des eaux sanitaires (STEP) et celle pour les eaux huileuses, sont endommagées depuis plusieurs années.

II.3- Paramètre de mesure de la pollution :

Dans cette partie du travail nous passerons en revue les principaux paramètres physico-chimiques analysés au cours de la partie expérimentale.

II.3.1- Paramètres Physiques :

- **La température**

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 l'eau, ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques.

- **Le potentiel Hydrogène (pH)**

Le pH mesure la concentration en ion H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. Il est donné par la formule : $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

- **Turbidité ou La matière en suspension (MES) :**

La mesure de la turbidité permet d'apprécier les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Une forte turbidité peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension et diminuer la diffusion de la lumière, utilisée par les plantes aquatiques pour la photosynthèse. La turbidité s'exprime en unité néphélogétrie de turbidité (NTU), selon les normes algériennes, elle doit être inférieure à 5 NTU dans les rejets.

II.3.2- Paramètres chimique :

- **Demande Biochimique en oxygène (DBO₅) :**

Le DBO₅ constitue un moyen de l'étude des phénomènes naturels de dégradation des matières organiques. Il s'agit de déterminer la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai après une incubation durant 5 jours à 20°C et dans l'obscurité. Le DBO₅ exprime en mgO₂/l.

- **La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables présentes dans l'eau quelles que soit leur origine organique ou minérale.

- **Rapport DCO/DBO₅ :**

Le rapport DCO/DBO₅ est un indicateur de la biodégradabilité des pollutions organiques dans l'eau, par conséquent l'intérêt du choix d'un procédé de traitement. Soit A le rapport DCO/DBO₅ :

- Si $0 \leq A \leq 2,5$: l'effluent peut être facilement épuré par les traitements biologiques.
- Si $2,5 \leq A \leq 5$: l'épuration nécessite soit un couplage avec un traitement physico-chimique, soit un rapport de micro-organisme spécifique à l'élément chimique dominant dans l'eau résiduaire.
- Si $A > 5$: l'épuration biologique est impossible car les micro-organismes ne pourraient vivre dans tel milieu, seuls les traitements chimiques adéquats sont à envisagés.

Dans le cadre du contrôle des rejets liquides émis, nous avons procédé à la mesure de : Température, pH, DCO, DBO₅ et analyse des métaux lourds (Pb, Fe, Cd, Cu, Ni, Cr, Zn, Mn).

II.4- Les points de prélèvement :

Les points de prélèvement des échantillons sont :

- Point 1 : Canal des rejets n°01 en amont de la salle de contrôle terminal.
- Point 2 : Canal des rejets n°02 en aval de la salle de contrôle terminal près du quai de chargement.
- Point 3 : Canal des rejets n°03 canal de rejet ouvert.

L'eau de rejet à analyser est prélevée dans un flacon spéciale à l'aide d'une canne de prélèvement raccordée au flacon, ce dernier doit être propre, pour cela il faut le rincer avec de l'eau déminéralisée avant d'entamer l'échantillonnage et s'assurer que le flacon est bien fermé pour qu'aucune impureté ne puisse y pénétrer. Tout cela pour s'assurer d'avoir un échantillon représentatif. Pendant l'échantillonnage, on doit prélever la température de l'eau à l'aide d'un thermomètre puis mentionner l'heure exacte du prélèvement.

II.5- Analyses réalisées sur l'échantillon d'eau de rejet :

Nous décrivons ci-dessous les différents protocoles analytiques effectués sur les échantillons des rejets liquides du complexe.

Dosage de la demande chimique en oxygène par titrimétrie -NF T 90-101 :

Cette méthode permet d'analyser la quantité d'oxygène en mg/l consommé par les matières oxydables contenues dans l'eau. Elle a pour principe l'ébullition à reflux, dans les conditions définies dans la présente norme, d'une prise d'essai de l'échantillon en milieu acide. Ceci en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium et de sulfate d'argent qui jouent le rôle d'un catalyseur d'oxydation et des sulfates de mercure (II) permettant ainsi de former un complexe avec les ions chlorures. L'excès de dichromates est titré avec une solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium. Pour cela nous avons besoin des réactifs suivants ;

- Dichromate de potassium contenant le sulfate de mercure(II)
- Acide sulfurique à 4 moles /l
- Acide sulfurique-sulfate d'argent
- Sulfate de fer (II) et sulfate d'ammonium
- Indicateur à la Ferroïne
- Granulés régulateurs d'ébullition ou de la pierre ponce
- Hydrogénophthalates de potassium (solution de référence)

Le mode opératoire consiste à introduire dans l'appareil à reflux 10 ml d'échantillon à analyser avec 5 ml de solution de dichromate de potassium et quelques granulés régulateurs d'ébullition. et lentement 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement, le tout est porté à ébullition à reflux pendant 2 heures. Après refroidissement, les parois internes du réfrigèrent sont lavés à l'eau distillée en recueillant les eaux de lavage dans la fiole qui sera complétée à 75 ml avec de l'eau et à température ambiante. Le contenu de la fiole est titré avec la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium en présence de 1 à 2 gouttes de la solution d'indicateur à la Ferroïne. A noter qu'il faut Faire en parallèle un essai à blanc en suivant le même mode opératoire. La valeur de la DCO est calculée selon la formule suivante :

$$DCO = \frac{8000 * C * (V_1 - V_2)}{V_0}$$

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

V₀ : volume en ml de la prise avant dilution

V₁ : volume en ml de sulfate de fer(II) et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc

V₂ : volume en ml de sulfate de fer(II) et d'ammonium utilisé pour la détermination de l'échantillon

Dosage de la demande biologique en oxygène DBO₅ - NF 1899

La (DBO) demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20 °C et à l'obscurité) par les matières organiques présentes dans 1 litre d'eau. Notamment pour assurer leur dégradation par voie biochimique. Elle a pour principe la préparation d'une solution obtenue par dilution de l'échantillon à l'aide d'une eau de dilution apportant un ensemencement. Incubation pendant 5 jours à l'obscurité dans une enceinte réglée à 20 °C ± 01 °C. Il est nécessaire de préparer plusieurs solutions correspondant à des dilutions différentes pour pouvoir choisir celle d'entre elles à laquelle correspond une consommation d'oxygène comprise entre 40 et 60 % de la teneur initiale.

Le mode opératoire consiste à dissoudre séparément dans un litre d'eau :

- 8.5 g de Monohydrogenophosphate de sodium (Na₂HPO₄, 2H₂O) + 17 g de Monohydrogenophosphate de sodium dodecahydrates (Na₂HPO₄, 12H₂O) + 2.8 g de dihydrogénophosphate de potassium (KH₂PO₄) dans 1 litre (**solution A**)
- 20 g de Sulfate de magnésium MgSO₄, 7H₂O (**B**).
- 25 g de Chlorure de calcium CaCl₂. (**C**)
- 1,5 g de Chlorure de Fer FeCl₃, 6H₂O. (**D**)
- 2 g de Chlorure d'ammonium NH₄Cl. (**E**)

Nous préparons l'eau de dilutions ; dans des fioles d'un litre, on complète avec H₂O :

- 5 ml de solution de phosphates (**B**)
- 1 ml de solution de Sulfate de magnésium (**C**) .
- 1 ml de solution de Chlorure de calcium (**D**) .
- 1 ml de solution de Chlorure de fer (**E**) .
- 1 ml de solution de Chlorure d'ammonium (**F**)
- 5 ml d'eau d'ensemencement (*(5 mL pour la suspension d'E. coli de concentration Cs = 1,0.103 E.coli/mL)*)

L'eau de dilution ainsi obtenue doit être maintenue à 20 °C et utilisée dans la journée. Dans une fiole jaugée un volume connu d'échantillon, amener au volume à l'aide de l'eau de dilution et homogénéiser et maintenir le pH entre 6 et 8. Remplir complètement un flacon d'incubation avec ce mélange et boucher hermétiquement en veillant à ce qu'il ne reste aucune bulle d'air à l'intérieur et doser l'oxygène dissous dans le mélange.

- Préparer de la même manière deux autres mélanges correspondants à des dilutions différentes puis placer les flacons dans l'enceinte réglée à 20°C à l'abri de la lumière et les y laisser pendant 120 heures (05j). Doser ensuite l'oxygène dissous qui subsiste dans les flacons.

Pour *l'essai témoins* ; Remplir 03 nouveaux flacons avec de l'eau de dilution que celle-ci soit préparée avec de l'H₂O et de l'eau d'ensemencement ou soit constituée par l'eau de rivière et boucher hermétiquement 02 d'entre eux. Doser l'oxygène dissous dans le troisième. Placer les flacons bouchés dans l'enceinte réglée à 20°C pendant 120 heures puis doser l'oxygène dissous qui subsiste dans les flacons.

La consommation d'oxygène au cours de cet essai témoin doit être comprise entre 0,5 et 1,5 mg /l . Si tel n'était pas le cas, cela indiquerait que l'eau de dilution utilisée n'a pas apporté un ensemencement convenable et il conviendrait de modifier en conséquence sa préparation.

Analyse des huiles grasses & hydrocarbures dans les eaux huileuses- ASTM D 3921-80

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

Les huiles, graisses et hydrocarbures totaux dissous dans les eaux (usées, huileuses) ; sont extraites par le TetraChloroHexaFluoroButanetane (**C₄Cl₄F₆**) nommé S316. Après extraction, la phase solvant est séparée et dirigée vers la cellule de mesure de l'analyseur à infrarouge **OCMA 310 (HORIBA)**.

Le mode opératoire consiste tout d'abord à diluer (Dilution ½) l'échantillon dans un bécher de 100 ml afin éviter la pollution de l'instrument et faciliter la régénération du solvant. Si l'échantillon contient peu d'hydrocarbures (inférieur à 190 mg/l) ; il n'est pas nécessaire de le diluer.

Faire la calibration zéro avant la calibration d'échelle.

- Prendre 15 ml de solvant pur du bécher avec la seringue et le verser dans la cuve d'extraction.
- Ajouter 01 goutte d'acide chlorhydrique
- Additionner 15 ml d'eau distillée.
- Lancer l'extraction pendant 40 s.
- Prendre 15 ml de solvant S 316 avec de l'huile lourde **B (D=0,895)**. de la fiole avec la seringue.
- Verser la solution dans la cuve d'extraction.
- Ajouter une goutte d'acide chlorhydrique
- Additionner 15 ml d'eau distillée.
- Lancer l'extraction pendant 40 s.
- Prenez un bécher de 100 ml le remplir à moitié avec du solvant S-316 pur.
- Ajouter **5 µl d'huile lourde B**
- Compléter à 100 ml avec du solvant pur ; puis bien homogénéiser.

µ l d'Huile Lourde(B)	Concentration d'échelle (Span) dans un bécher de 100 ml de S 316 (mg/l)	Concentration d'échelle (Span) dans un bécher de 200 ml de S 316 (mg/l)
1	8,9	4,5
2	17,9	8,9
3	26,8	13,4
4	35,8	17,9
5	44,7	22,4
6	53,7	26,8
7	62,6	31,3
8	71,6	35,8
9	80,5	40,2
10	89,5	44,7

Pour la mesure des taux des Huiles & Graisses,

15 ml de solvant pur est introduite dans la cuve d'extraction dont on y ajoute 01 goutte d'acide chlorhydrique et 15 ml de l'échantillon à analyser. L'extraction est lancée durant 40 s. Lire la mesure directement sur l'appareil.

Pour la mesure des hydrocarbures totaux ;

L'échantillon est filtré afin d'enlever tout résidu.

A 500 ml de l'échantillon à analyser nous ajoutons 2 ml d'HCl concentré et 25 ml de solvant **S316** dans une ampoule à décanter. Nous mélangeons l'ampoule à plusieurs reprises puis nous laissons le tout décanter pour stabiliser les phases et chasser les bulles d'air.

Après stabilisation, nous effectuerons une 2^{ème} extraction à un autre échantillon puis nous additionnons les 2 extractions dans un bécher de 100 ml ; nous ajoutons 02 g de Fluoricil (Silica gel) et nous mettrons sur agitateur magnétique pendant 05 minutes à vitesse suffisante d'agitation. Nous Filtrons la solution puis nous passons directement 20 à 30 ml dans l'analyseur HORIBA et nous lisons la lecture à 3 reprises consécutives. La concentration des hydrocarbures totaux sera la lecture affichée en mg/l divisé par le facteur de dilution de 10.

Détermination totale d'azote dans l'eau- méthode de Kjeldahl

Le résultat de la méthode est la somme d'azote organique (protéine, acides nucléiques, urée, produits chimiques organiques synthétiques) et l'azote d'ammoniaque.

50 ml de l'eau à analyser est introduite dans un tube de digestion avec 7g de sulfate de potassium non hydraté (K₂SO₄), 350 mg oxyde de mercure rouge (HgO) et 10 ml d'acide sulfurique concentré. Le mélange est bien agité et le tube de digestion est chauffé à 200°C pendant 60 minutes, puis à 370°C pendant 120 minutes. Après refroidissement du tube de digestion jusqu'à 60 ou 50 °C, nous entamons une distillation avec 70 ml de NaOH et 50 ml de H₂O. Le distillat

est recueilli dans 25 ml de l'acide borique H_3BO_3 puis titré avec de l'acide sulfurique à 0,01 en présence d'indicateur coloré. (1ml H_2SO_4 = 0.280 mg N- NH_4).

Analyse de l'ammoniaque - ASTM D 1426-79

Le dosage de l'ammoniaque est effectué par la méthode de Nessler (mixture de mercure iodure (HgI_2), potassium iodure (KI) et soude (NaOH)), 25 ml d'échantillon est ajouté à 1 ml de réactif de Nessler, agiter et attendre plus de 10 à 25 minutes puis faite une lecture au spectrophotomètre UV visible à longueur d'onde = 425 nm.

Analyse du cuivre dans l'eau- ASTM D 1688-82

Le dosage du cuivre se fait la méthode HACH utilisant le réactif "CuVer 1", une pilule de ce dernier est ajouté à 25 ml d'échantillon qu'on y agite et on laisse reposé 5 minutes, le mélange est passé au spectrophotomètre et la lecture se fait à longueur d'onde = 560 nm.

Analyse du fer dans l'eau- ASTM D 1068-82

De la même manière que le cuivre, le dosage du fer par se fait par la méthode HACH utilisant le réactif "FERROVER" et une lecture à 510 nm.

Faute de suspension de notre stage à cause de l'état sanitaire et le COVID-19, nous avons pu faire que 5 compagnes d'analyse dont les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous. Les points de prélèvement se situent à la sortie du complexe via trois canaux notés C1, C2 et C3.

	Compagne I			Compagne II			Compagne III			Compagne IV			Compagne V	
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2 et C3
T (°C)	25,8	18,4	Point non sécurisé	19	Point non sécurisé	21	20	34	Point non sécurisé	20	21	21	17,6	Point non sécurisé
pH	7,1	7,8		6,3		6,7	7,9	6,6		7,5	7,4	7,7	7,2	
MES (mg/l)	0,1	0		1		1	0,02	0,04		18,1	14,9	17,7	0,1	
N-KJL (mg/l)	0,23	0,17		0,38		0	0	0		0,14	0,1	0,14	0,19	
P (mg/l)	0,04	0,2		4,28		0,065	2,67	0,15		5,6	3,53	0,003	0,01	
HC- Totaux (mg/l)	0	0		0		0	0	0		0	0	0	0	
Huiles & graisses (mg/l)	1,2	0		0		0	59,2	68,9		10,9	9,8	9,9	0	
Cuivre (mg/l)	0,02	0		0,001		0,001	0,15	0,07		0,35	0,16	0,01	0,004	
Fer (mg/l)	< 0	0		0,1		0,04	0,42	0,08		0,72	0,38	0,01	0,01	
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	23	14		46		10	10	8		27	23	27	33	
DCO (mgO ₂ /l)	-	6,56		12		Pas de réactifs				0,004	0,1	0,23	5	

Les analyses des effluents des trois canaux révèlent :

Des températures de sorties généralement inférieures à 30°C ; des pH inclus dans l'intervalle 5,5-8,5 ; des taux de MES inférieures 25 mg/l ; des traces d'azote total et de phosphore total largement inférieures aux normes imposées (20 et 10 mg/l respectivement pour l'azote et le phosphore). Absence totale des hydrocarbures totaux dans le rejet ; des traces de cuivre et fer liées à la corrosion des équipements ainsi que des valeurs aux normes de graisses et huiles (15 mg/l) excepté ceux de la de la troisième compagne sont hautement élevées coté C2 et C3 probablement dues à un dysfonctionnement de l'opération du déshuilage.

Les valeurs de la DBO₅ présentent une fluctuation en continue avec la norme de 20 mgO₂/l ou elles varient de 8 à 46 dans les canaux. Cependant, les valeurs de DCO données restent non significatives.

A la lumière des résultats du laboratoire de la GL2/z et en faisant une comparaison avec les paramètres de pollutions de la GL3/z toute en sachant que la charge humaine de la GL3 tourne autour du 700 employés alors que celle du G2/z est entre 800 travailleurs. Nous avons constaté que les données concernant la DCO et la DBO₅ sont complètement erronées vu que l'effluent du complexe GL2/z ne subit aucun traitement. Pour la suite du travail, nous avons repris les paramètres de pollution du GL3/z et essayer de dimensionner une station d'épuration des eaux usées du complexe GL2/z.

Les paramètres de sortie de la station d'épuration nous avons pris les valeurs limites du législateur algérien pour les rejets des complexes énergétiques. Le tableau II.2 regroupe les paramètres de l'étude pour une station d'épuration classique avec traitement biologique à boues activées à aération prolongée.

Tableau II-2. Différents paramètres à la sortie et l'entrée de STEP

Paramètres	Entrée de la STEP	Sortie de la STEP
T (°C)	30	20
pH	6 – 8	5,5 – 8,5
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	200	20
DCO (mgO ₂ /l)	1000	120
MES (mg/l)	300	10
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	50	1
Débit (m ³ /h)	200	150

II.6- Calcul des débits et des charges polluantes :

II.6.1- Calcul les Débits :

Selon les rapports journaliers émanant du service d'exploitation de l'ancienne STEP de GNI3/Z, le débit moyen horaire Q_{mh} serait de 200 m³/h. Les débits moyens par seconde (Q_{ms}) sont donc comme suit :

a) Débit moyen par seconde :

$$Q_{ms} = \frac{200}{3600} = 0,055 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{ms} = 55,55 \text{ l} / \text{s}$$

b) Débit journalier :

$$Q_{mj} = Q_{mh} \times 24$$

$$Q_{mj} = 200 \times 24$$

$$Q_{mj} = 4800 \text{ m}^3 / \text{j}$$

c) Débit de pointe : Par définition le débit de pointe est défini par la relation :

$$Q_{pte} = C_p \times Q_{mj} \quad [4]$$

Avec : $C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{ms}}} \Rightarrow \text{si } Q_{ms} \geq 2,8 \text{ l} / \text{s}$

$$C_p = 3 \Rightarrow \text{si } Q_{ms} \leq 2,8 \text{ l} / \text{s}$$

On a : $Q_{ms} \geq 2,8 \text{ l} / \text{s}$

Dans notre cas :

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{ms}}}$$

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{55,55}}$$

$$C_p = 1,83$$

D'où le débit de pointe est : $Q_{pte} = 1,83 \times 4800 = 8784 \text{ m}^3 / \text{j}$

Le débit de pointe horaire est de : $Q_{pte} = 366 \text{ m}^3 / \text{h}$

II.6.2- Calcul des charges polluantes :

a) Charge moyenne journalière en DBO₅ :

Cette charge est estimée par une relation suivante :

$$L_o = C_{DBO5} \times Q_{mj} \quad [5]$$

Où :

L_o : Charge moyenne journalière en DBO₅ (kg/j)

C_{DBO5} : Concentration en DBO₅ moyenne (kg/m³)

Q_{mj} : Débit moyen journalier en (m³/j)

On obtient : $L_o = 200 \times 10^{-6} \times 4800$ donc : $L_o = 0,96 \text{ kg/j}$

b) Charge moyenne journalière en MES (N₀)

Cette charge est calculée comme suit :

$$N_o = C_{MES} \times Q_{mj} \quad [5]$$

Où :

N_o : Charge moyenne journalière en MES (Kg/J).

C_{MES} : Concentration moyenne en (kg/m³).

Donc : $N_o = 300 \times 10^{-6} \times 4800$ donc $N_o = 1,44 \text{ kg / j}$

c) Charge moyenne journalière en DCO (M₀) :

$$M_0 = 100 \times 10^{-6} \times 175$$

$$M_0 = 4,8 \text{ kg/j}$$

d) Charge moyenne journalière en matières minérales M.M(I₀)

$$I_0 = 50 \times 4800 \times 10^{-6}$$

$$I_0 = 0,24 \text{ kg/j}$$

II.7- Traitements des effluents :

Les étapes principales utilisées dans les traitements des eaux usées sont :

1. Prétraitements.
2. Traitements primaires (coagulation, floculation, sédimentation et filtration)
3. Traitements biologique (secondaires).
4. Traitements tertiaires.
5. Traitements des boues.

II.7.1- Prétraitements :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans la plupart des stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou endommager les équipements. On trouve dégrillage, dessablage et dégraissage – déshuilage.

- **dégrillage :**

Le dégrillage, premier poste de traitement, qui permet de :

- ✓ Protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation,
- ✓ Séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution

L'opération est plus ou moins efficace, en fonction de l'écartement entre barreaux de grille; on peut distinguer :

Types de dégrillage	Espacement des barreaux
- dégrillage fin, pour un écartement inférieur à	10 mm
- dégrillage moyen, pour un écartement de	10 à 30 mm
- pré dégrillage, pour un écartement supérieur à	30 mm.

Le dégrillage est assuré, soit par une grille à nettoyage manuel soit, de préférence, par une grille à nettoyage automatique.



Grilles manuelles [7]



Grilles automatiques [7]

- **Dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes contre l'abrasion. Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules de granulométrie égale ou supérieure à 200 μ m ; une granulométrie inférieure est en général du ressort de la décantation. Il existe plusieurs types de dessableurs :

Les dessableurs « classiques, rectangulaires et circulaires ».

- **Dégraissage et déshuilage :**

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de produits de densité légèrement inférieure à l'eau, par effet de flottation et sont placés en amont des stations d'épuration des eaux usées domestiques.

- ✓ Le **dégraissage** est une opération des séparations liquide solide réalisant un compromis entre une rétention maximale des graisses et un dépôt minimal de boues de fond fermentescibles.
- ✓ Le **déshuilage** est une opération des séparations liquide. Cette opération est habituellement réservée à l'élimination d'huiles présentes en quantité notable dans les eaux résiduaires industrielles (ERI), en particulier dans les industries du pétrole.

II.7.2- Partie calcul (Prétraitements) :

- ✓ **Dégrillage :**

Nous avons opté pour une grille fine dont le dimensionnement est le suivant :

δ : Coefficient de colmatage de la grille. Il est de 0,25 pour un dégrillage manuel.

Q_{pte} : Débit de pointe (m^3/s).

d : épaisseur de barreaux (cm).

e : espace libre entre barreaux (mm).

V : vitesse de passage à travers la grille (m/s) $V = (0,6 \text{ à } 1) \text{ m/s}$

Donc la largeur de la grille peut être exprimée par la relation suivante :

$$L = \frac{Q_p \times \sin \alpha}{V \times h_{\max} \times (1 - \theta) \times \delta} \quad [6]$$

Où :

Il existe un dégrilleur mécanique (à barreaux rectangulaire) ayant les caractéristiques Suivantes :

- La vitesse à travers la grille : $v = 0,6 \text{ m/s}$.
- Angle d'inclinaison : $\alpha = 80^\circ$
- $\beta = 2,42$ pour les barreaux rectangulaires à arrête à angle droit.
- Espacement entre les barreaux : $e = 50 \text{ mm}$.
- Barreaux circulaires de diamètre : $b = 5 \text{ mm}$.
- Hauteur de la grille $h_{\max} = 0,4 \text{ m}$.
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Avec : Le coefficient de colmatage (grille manuelle) : $\delta = 0,25$

La fraction occupée par les barreaux :

$$\theta = \frac{e}{e+a} \quad [7]$$

Où :

$$\theta = \frac{5}{5+50} = 0,09$$

Alors :

$$L = \frac{8784 \times \sin 80}{0,6 \times 24 \times 3600 \times 0,4 \times (1 - 0,09) \times 0,25}$$

$$L = 1,83m$$

Le nombre des barreaux : [7]

$$Q_{mj} = Q_{mh} \times 24$$

$$N = \frac{\text{Largeur de la grille} - \text{espacenet entre les barreaux}}{\text{espacement} + \text{diametre des barreaux}}$$

Où :

$$N = \frac{1,83 - 0,05}{0,005 + 0,05} = 32,36 \text{ bar} = 32 \text{ barreaux}$$

Calcul des pertes de charge :

Le calcul des pertes de charge est un paramètre important pour le dégrilleur. Pour le calculer. Kirsch mer a établi une relation entre la perte de charge, le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale.

$$\Delta H = \beta (a/e)^{4/3} \cdot (V^2/2g) \text{ Sin}\alpha$$

- ΔH est la perte de charge (mm) ;
- β est le coefficient de forme des barreaux ;
- a est épaisseur de barreau ; e est espace entre les barreaux ;
- V est la vitesse de l'eau ; g est la gravité ;
- α est l'angle de grille avec l'horizontale.

Les valeurs de β dépendent de la forme des barreaux comme le montre le tableau suivant [6] :

Tableau II .3. Les valeurs de β suivant la forme des barreaux [6]

Type de barreaux	B
Section circulaire.	1,79
Section rectangulaire.	2,42
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire a l'amont.	1,67

$$\Delta H = \beta (a/e)^{4/3} \cdot (V^2/2g) \times \text{Sin}\alpha = 2,42 (5/50)^{4/3} \cdot (0,62/2 \cdot 9,81) \times \text{Sin}80$$

$$\Delta H = 2,035 \text{ mm H}_2\text{O}.$$

Calcul de la longueur mouillée de la grille

La longueur mouillée de la grille est égale au rapport entre la hauteur maximale dans le canal et le sinus de l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal. Il vient par la suite :

$$L = \frac{h_{max}}{\sin \alpha} \quad [7]$$

Où :

$$L = \frac{0,4}{\sin 80}$$

$$L = 0,41\text{m} = 410 \text{ mm}$$

Par la suite, on s'intéresse au calcul du nombre d'unité selon la formule suivante :

$$U = \frac{L}{e + d} \quad [8]$$

Où :

$$U = \frac{410}{50 + 50}$$

$$U = 7,45$$

La largeur nette de passage : $I_p = e \times U = 0,05 \times 7,45$

$$I_p = 0,372 \text{ m}$$

Le refus annuel de dégrillage par équivalent habitant est donné par l'expression :

$$R = \frac{12 \text{ à } 15}{e} \quad [8]$$

Où :

$$R = \frac{15}{50} = 0,3 \text{ l / EHG / an}$$

Tableau II .4 : valeurs des paramètres nécessaires au dimensionnement.

Paramètres	Valeurs
Largeur de la grille	1,8 m
Nombre des barreaux	32 barreaux
La perte de charge	2,035 mm H ₂ O.
Longueur mouillée de la grille	0,41m
Le coefficient de colmatage (grille manuelle)	0,25

✓ **Dessablage – déshuilage :**

A) Volume :

Le volume du dessableur est calculé à partir de débit et le temps de séjour. On prend le temps de séjour $t_s=30\text{min}$. le débit $Q_p=366\text{ m}^3/\text{h}$.

Donc le volume est donné par la formule :

$$V = Q_p \times t_s \quad [7]$$

Où :

$$V = 366 \times 0,5$$

$$V = 183\text{ m}^3$$

B) Surface horizontale :

La hauteur est de 1 à 3 d ou on prend $H = 1,04\text{ m}$.

Donc :

$$H = v_{asc} \times t_s$$

$$v_{ascionnelle} = \frac{H}{t_s} = \frac{1,04}{30} = 0,035\text{ m/min}$$

$$S = \frac{Q_{pte}}{v_{asc}} = \frac{366}{60 \times 0,035}$$

$$S = 174,28\text{ m}^2$$

C) largeur et longueur :

Dans le cas d'un dessableur carré L sera :

$$L = \sqrt{S}$$

$$L = \sqrt{174,28} = 13,20\text{ m}$$

Tableau II .5 : valeurs des paramètres nécessaires au dimensionnement.

Paramètres	valeurs
Temps de séjour	30 min
Volume de dessableur	183m ³
Surface horizontale	174,28 m ²
largeur	13,20 m

- **Quantité des matières éliminées par le dessableur :**

Les MES contiennent 20 MM (matières minérales) 80% de MVS (matières volatiles en suspension).

On a : $MES = 80\%MVS + 20\%MM$

Donc :

$$MVS = 0.8M_0 = 0.8 \times 1.44 = 1.152 \text{ kg/j.}$$

$$MM = 0.2 M_0 = 0.2 \times 1.44 = 0.288 \text{ kg/j.}$$

- Le dessableur permet d'éliminer 80% des matières totales :

$$MM_e = MM \times 0.8 = 0.288 \times 0.8$$

$$MM_e = 0.2304 \text{ kg/j.}$$

- De plus les matières minérales a la sortie de dessableur :

$$MM_s = MM - MM_e = 0.288 - 0.2304 = 0.0576 \text{ kg/j.}$$

- Enfin les MES a la sortie de dessableur :

$$MES_s = MVS + MM_s = 1.152 + 0.0576 = 1.2096 \text{ kg/j.}$$

Conclusion générale

Notre travail avait pour but de vérifier et estimer la pollution liquide au niveau du complexe GL2/Z. une enquête préliminaire sur la nature des effluents des différentes unités du complexe a été établie, suivie d'une série d'analyses des indicateurs de pollution au niveau laboratoire puis trouver les dimensionnements adéquats de la station d'épuration convenable à un traitement biologique à la boue activée.

L'enquête préliminaire et la tournée des différentes unités du complexe nous ont guidés à séparer les effluents de la GL2/Z en deux catégories :

Des eaux extrêmement salées issues des échangeurs thermiques à l'eau de mer et des dessaleurs de la section d'utilités riches en polyphosphates et des inhibiteurs de corrosion directement envoyés vers le milieu naturel à savoir la mer..

Des eaux usées issues de l'activité humaine domestique du complexe plus des résidus des rajouts industriels tels que la MEA directement afflués vers la mer également.

Les protocoles analytiques dans le laboratoire semblent aux normes seulement les résultats fournis par le laboratoire n'indiquent aucune pollution voire une eau nettement claire ce qui est en contradiction avec l'enquête menée.

Des Données collectées de la GNL3/Z une usine presque jumelle au GNL2/Z nous ont permis de calculer les paramètres nécessaires pour le prétraitement de la station d'épuration à savoir déshuilage, dégrillage et dessablage. Faute du manque de sérieuses données ; nous n'avons pas pu finir l'étude du dimensionnement du bassin de traitement biologique et/ou la coagulation floculation.

Références bibliographique

- [1] : document du GNL2/Z : présentation du complexe.
- [2] : mémoire master : ABIBSI Nadjat :
«Réutilisation des eaux usées épurées par fil très plantes pour l'irrigation des espaces verts application à un quartier de la ville de BISKRA ». UNIVERSITE MOHAMED KHIDER – BISKRA – années 2011
- [3] : document du gnl2/z. « traitement et épuration de l'eau».
- [4] Jean-Claude BOEGLIN .Traitements biologiques des eaux résiduaires. Technique de l'ingénieur. Traité Génie des procédés. J 3942.
- [5] J. Bernard et L. Divet. Les techniques d'épuration des eaux usées domestiques en France. TSM n° 6, 1974.
- [6] J. MERMIA. Principes généraux du traitement des eaux résiduaires industrielles. Colloque organisé par la Sté Royale Belge des Ingénieurs et Industriels 2/3 et 5/4 1974.
- [7] Cours : Mme BAGHDAD « Traitement physico-chimique des eaux usées». Année 2019-2020.
- [8] JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE n° 26. (2006). 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, Algérie, p. 4-5.

Résumé

Le rejet des eaux usées dans la nature est l'un de principaux phénomènes de la pollution de l'environnement, d'où la société nationale « SONATRACH » adhère à ce nouveau concept de la protection de l'environnement, allant ainsi de la performance industrielle à la performance environnementale.

Au complexe GL2/Z cette préoccupation est prise en compte dans son programme de mise en œuvre de la normalisation de l'entreprise et les démarches HSE.

Notre étude traite de :

- 1- Estimation et contrôle de la pollution au niveau du complexe GL2/Z.
- 2- Suivi d'une série d'analyse des indicateurs de pollution au niveau de laboratoire et trouver les dimensionnements adéquats de la STEP.

Abstract

The discharge of wastewater into nature is one of the main phenomena of environmental pollution, hence the national company "SONATRACH" adheres to this new concept of environmental protection, thus going from industrial performance to environmental performance.

At the GL2/Z complex, this concern is taken into account in its programme for the implementation of the company's standardization and HSE approaches.

Our study deals with :

1. Estimation and control of pollution at the GL2/Z complex.
2. Follow-up of a series of analysis of pollution indicators at the laboratory level and finding the appropriate dimensioning of the STEP. (Station of purification)