



UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM
FACULTE DES SCIENCES EXACTE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT DE CHIMIE

MEMOIRE

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER II EN CHIMIE

Option : Analyse spectral en chimie

Par:

MADANI Miloud

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DU COMPLEXE RHOUREDE NOUSS

Soutenu le : 02 /06 / 2015 devant la commission d'examen:

Président:	A. BELHAKEM	M.C	Université de Mostaganem
Examinatrice:	H. BELAYACHI	M.A.A	Université de Mostaganem
Encadreur :	S.BOURAHLA	M.A.A	Université de Mostaganem

Année universitaire : 2014/2015

RÉSUMÉ

Le monde industriel est de plus en plus confronté au problème du contrôle des rejets, en particulier sous forme liquide entraînant ainsi des intoxications aiguës vis-à-vis des organismes vivants dans l'environnement, qui doivent subir des traitements adaptés aux charges polluantes existantes. Un procédé d'épuration est l'ensemble de diverses opérations unitaires qui se déroulent selon une chronologie bien déterminée. Les différents procédés dépendront du type de polluant à éliminer.

Le contrôle continu des analyses physico-chimiques (DCO, DBO₅, pH...etc) du rejet constitue les meilleurs moyens pour effectuer un dimensionnement de la station d'épuration qui va être implantée dans le complexe gazier Rhourde Nous.

Mots-clés : DCO ; DBO₅ ; pH ; MES ; biodégradabilité ; Analyses physico-chimique ; station d'épuration des eaux usées; Dimensionnement.

SUMMARY

The industrial world is confronted more and more with the problem of the control of the rejections, in particular in liquid form thus involving acute intoxications with respect to the living organisms in the environment, which must undergo treatments adapted to the existing polluting loads . A process of purification is the whole of various unit operations which proceed according to a chronology well defined. The various processes will depend on the type of pollutant to eliminate.

The continuous assessment of the physicochemical analyzes (DCO, DBO₅, pH... etc) of the rejection constitutes the best means to carry out a dimensioning of the purification plant which will be established in the gas complex Rhourde Nous.

Key words: DCO; DBO₅; pH; MES; biodeterioration; Analyzes physicochemical; purification plant of water; Dimensioning.

ملخص

يواجه العالم الصناعي على نحو متزايد مشكلة السيطرة على النفايات ، ولاسيما في شكلها السائل والتسبب بالتالي في التسمم الحاد وجها لوجه مع الكائنات الحية في البيئة، والتي يجب إخضاعها للعلاج على حسب مواد التلوث الحالية عملية التنقية هي مجموعة من مختلف العمليات التي تجري وفقا لجدول زمني محدد. والعمليات المختلفة تعتمد على نوع الملوثات المراد إزالته.

المراقبة المستمرة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية للمياه المستعملة هو أفضل وسيلة لإحداث التحجيم لتثبيت محطة المعالجة الجديدة في مجمع الغاز روود النص.

الكلمات الأساسية

التحلل الطبيعي, التحليلات الفيزيائية والكيميائية, محطة معالجة المياه, التحجيم, DCO, pH, MES , DBO₅

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'eau est une ressource vitale pour l'homme et sa santé et son développement, mais à cause de l'accroissement de sa consommation par les individus et des problèmes de pollution, celle-ci est engendrée principalement par le rejet des eaux usées d'une manière anarchique et sans traitement, ceux qui contribuent considérablement à la contamination de la nappe phréatique et à l'accroissement de sa remontée, on doit obligatoirement pensé à une épuration de ces eaux. C'est pour cela que, depuis l'antiquité, les hommes ont mis en place, dans les villes des systèmes d'assainissement [1].

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge du polluant, ces eaux sont dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution sous la forme d'un petite volume de résidu, les boues et de rejeter d'une eau épurer répondent a des normes bien précises [2].

Le but de ce mémoire consiste à étudier les conditions optimales pour la réalisation d'une station d'épuration des eaux usées dans le complexe Rhourde Nouss. Ce mémoire comporte deux parties distinctes et complémentaires :

La première partie est essentiellement théorique, elle nous donne des notions générales sur :

- ✓ Source et caractéristiques des eaux usées.
- ✓ Chaine d'épuration des eaux usées.
- ✓ Description du complexe Rhourde Nouss.

La deuxième partie est l'étude pratique qui est divisée comme suit :

- ✓ Suivi de la qualité de l'effluent à traiter par :
 - Prise d'échantillon.
 - Analyse des échantillons au laboratoire.
 - Interprétation des résultats.
- ✓ Dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I. SOURCE ET CARACTÉRISTIQUE DES EAUX USÉES	
I.1 Définition d'une eau usée	2
I.2 Source des eaux usées	2
I.2.1 les eaux usées domestique	2
I.2.2 Les eaux usées industrielles	2
I.2.3 Les eaux agricoles	3
I.2.4 Les eaux pluviales	3
I.3 Caractéristiques des eaux usées	3
I.3.1 Paramètre physico-chimique	3
I.3.1.1 La température	4
I.3.1.2 Le potentiel d'hydrogène pH	4
I.3.1.3 La couleur	4
I.3.1.4 L'odeur	4
I.3.1.5 La turbidité	5
I.3.1.6 MES	5
I.3.1.7 La conductivité électrique (CE)	5
I.3.1.8 DBO₅	6
I.3.1.9 DCO	6
I.3.1.10 La biodégradabilité	7
I.3.1.11 L'azote et phosphore	7
I.3.2 Caractéristique biologique	7
I.3.2.1 Les bactéries	8
I.3.2.2 Les virus	8
I.3.2.3 Champignons	8

CHAPITRE II. CHAINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

II.1 Les procédures de traitements des eaux usées	9
II.1.1 Les prétraitements	9
II.1.1.1 Le dégrillage	9
II.1.1.2 Le dessablage	10
II.1.1.3 Dégraissage déshuilage	10
II.1.1.3.1 Le dégraissage	11
II.1.1.3.2 Le déshuilage	11
II.1.2 Les traitements primaire	11
II.1.2.1 Le traitement primaire (décanteur primaire)	11
II.1.2.1.1 Coagulation-floculation	12
II.1.3 les traitements secondaire ou les traitements biologiques	13
II.1.3.1 Les procédures extensive	13
II.1.3.1.1 Lagunage	13
II.1.3.1.2 Les différents types de lagunage	14
II.1.3.2 Les procédures intensives	15

CHAPITRE III. DESCRIPTION DU COMPLEXE RHOURE DE NOUSS

III.1 Historique	17
III.2 Situation géographique	18
III.3. Activités du complexe	19
III.3.1. Description de l'unité 90 (station d'épuration de la phase A)	19
III. 3.1.1. Caractéristiques des eaux à traiter	19
III. 3.1.2. Caractéristiques des eaux traitées	20
III. 3.1.3. Description du procédé	20
III. 3.1.3.1. Bassin de relevage	20
III. 3.1.3.2. Dégrillage	20
III. 3.1.3.3. Bassin biologique (traitement biologique)	20
III. 3.1.3.4. Chloration	21
III. 3.1.3.5. Soulèvement des eaux traitées	21
III. 3.1.3.6. Système d'extraction des boues	21

CHAPITRE IV : SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EFFLUENT À TRAITER

IV.1. Rappels	22
IV.2. Analyse et interprétation des résultats	22
IV.2.1. Les test par jours de DBO ₅ , DCO, MES	22
IV.2.1.1. DCO	22
IV.2.1.2. DBO ₅	22
IV.2.1.3. MES	23
IV.2.2. Tests de pH	25
IV. 2.3. Tests de l'azote et phosphore	26
IV. 2.3.1. Tests de l'azote	26
IV. 2.3.2. Tests du phosphore	27
IV. 2.4. Détermination de La biodégradabilité	28

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

V.1. Dimensionnement	29
V.1.1. Évaluation des charges polluantes	29
V.1.1.1. Estimation des débits	29
V.1.1.1.1. débits journaliers	29
V.1.1.1.2. Débit moyen horaire	29
V.1.1.1.3. Débit de Pointe en temps sec	29
V.1.1.2. Estimation des charges polluantes	30
V.1.1.2.1. la charge moyenne journalière en DBO ₅	30
V.1.1.2.2. La charge en MES	30
V.1.1.2.3. La charge en DCO	30
V. 1.2. Prétraitements	31
V.1.2.1. Dégrillage	31
V.1.2.1.1. Grille fine	31
V.1.2.1.2. Refus de la grille	31
V.1.2.2. Dessablage-déshuilage	32
V.1.2.2.1. Volume	32
V. 1.2.2.2. Surfaces horizontales	32
V.1.2.2.3. Longueur et largeur	32
V.1.2.2.4. Volume d'air a insufflé dans le dessableur	32

V.1.2.2.5. Quantité des matières éliminées par le dessableur	33
V.1.2.2.6. Déshuilage dégraissage	33
V.1.3. Traitement primaire	33
V.1.3.1. Décanteur primaire	33
V.1.3.2. Charge éliminer par le traitement primaire	34
V.1.4. Traitement secondaire	35
V.1.4.1. Bassin d'aération	35
V.1.4.1.1. Charges massiques	35
V.1.4.1.2. Charge volumique	35
V.1.4.3. Charge en DBO ₅ éliminée	35
V.1.4.4. Dimension du bassin	35
V.1.4.4.1. Volume	35
V.1.4.4.2. Hauteur	35
V.1.4.4.3. Surface horizontale	35
V.1.4.4.4. Diamètre	36
V.1.4.4.5. Temps de séjour	36
V.1.4.2. Besoins en oxygène	36
V.1.4.3. Décanteur secondaire (clarificateur)	38

CONCLUSION	40
-------------------	-----------

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I :

SOURCE ET CARACTÉRISTIQUES DES EAUX USÉES

I.1. définition d'une eau usée

«La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit».

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989).

I.2. Source des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées : [3] [4] [5]

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires.

I.2.2. Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- ✓ Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage ;
- ✓ Des hydrocarbures (raffineries) ;
- ✓ Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;

- ✓ Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- ✓ De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques);
- ✓ es matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.

I.2.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues.

I.2.4. Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

I.3. Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

I.3.1. Les paramètres physico-chimiques

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

I.3.1.1. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (Bollags JM 1973 ; Rodier et al, 2005).

I.3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9.

I.3.1.3. La couleur

La coloration des eaux urbaines résiduaires détermine qualitativement leur âge. Elle varie généralement du belge clair au noir. Si l'eau est récente, elle présente habituellement une coloration belge claire ; elle s'obscurcit avec le temps et devient de couleur belge grise ou noire, en raison de l'implantation de conditions d'anaérobiose, par décomposition bactérienne de la matière organique. ..).

I.3.1.4. L'odeur

Elle est principalement due à la présence de certaines substances produites par la décomposition anaérobie de la matière organique : sulfure d'hydrogène, indole, scatoles, mercaptans et autres substances volatiles. Si les eaux résiduaires sont récentes, elles ne

présentent pas d'odeurs désagréables ni intenses. Avec le temps, l'odeur augmente en raison du dégagement de gaz tels que le sulfure d'hydrogène ou des composés ammoniacaux provoqués par la décomposition anaérobie.

1.3.1.5. La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. [7]

1.3.1.6. Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, matières volatiles en suspension (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 20\% \text{ MMS} + 80\% \text{ MVS}$$

➤ Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces, MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau.

➤ Les matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

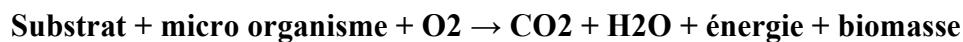
L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent au ré aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Duguet et al, 2006). [8],[9],[10]

1.3.1.7. La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (REJSEK, 2002). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire.

1.3.1.8. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO₅. Elle se résume à la réaction chimique suivante :
[11] [12]



1.3.1.9. La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. C'est un paramètre très utilisé dans le contrôle de la pollution organique provenant des effluents industriels et urbains ainsi que des rejets des fabriques de pâtes et papiers. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka. J et Ferreira. E, 1986). Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO ₅	Pour les eaux usées urbaines ;
DCO = 1 à 10 fois DBO ₅	Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;
DCO > 2.5 fois DBO ₅	Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$$

1.3.1.10. La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K=DCO /DBO_5$:

- Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière fortement biodégradable.
- Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

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

1.3.1.11. Azote et phosphore

Le phosphore total est l'ensemble du phosphore présent dans un échantillon sous forme de phosphates ou de composé organophosphorés. La présence du phosphore dans les effluents industriels provient surtout des détergents, des engrais et de la décomposition de la matière organique.

Par la méthode de Kjeldahl, l'azote ammoniacal et l'azote organique sont dosés simultanément. Ces deux formes d'azote sont présentes dans les détritiques organiques soumis aux processus biologique naturels. La présence d'azote organique dans les effluents industriels provient des abattoirs, de certaine usine chimique utilisant de l'azote organique dérivé des protéines animales et de la décomposition de la matière organique. [14], [15]

I.3.2 Caractéristiques biologiques

Divers micro-organismes pathogènes provenant essentiellement des matières fécales peuvent être rencontrés dans les eaux usées brutes. Ils sont à l'origine de la pollution quaternaire des

eaux. Parmi eux, nous pouvons citer les bactéries, les virus, les champignons, les protozoaires et les helminthes.

1.3.2.1 Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10^{12} bactéries/g

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont 10^5 proteus et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridium.

Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes des et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants. [16], [17], [18]

1.3.2.2 Les virus

Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre.

1.3.2.3 Champignons

Généralement, les espèces isolées à partir des eaux usées sont très variables et certaines seulement sont pathogènes telles que : *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, *Cryptococcus neoformans*, *Epidermophyton* sp, *Trychophyton* sp etc.

CHAPITRE II :

SOURCE ET CARACTÉRISTIQUES DES EAUX USÉES

II.1. Les procédés de traitements des eaux usées

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

Une station d'épuration comporte généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grandes tailles), puis par flottaison/décantation (pour les sables et les graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des MES.

Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation. Enfin, un traitement des nitrates et des phosphates est exigé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physiques et naturels. [7], [19], [20]

II.1.1. Les prétraitements

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations : (le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour les sables et graviers et (le dégraissage-déshuilage ou d'écumage-flottation) pour les huiles et les graisses

II.1.1.1. Le dégrillage

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent à travers une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau

brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères.

Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement et on a :

- ✓ Le pré dégrillage grossier dont les barreaux des grilles sont espacés de 30 à 100mm ;
- ✓ Le dégrillage moyen de 10 à 30mm ;
- ✓ Le dégrillage fin moins de 10mm ;

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale.

II.1.1.2. Le dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les, particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, ainsi pour protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements ultérieurs en particulier les réacteurs biologiques.

L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage.

Cette opération concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100µm.

II.1.1.3 Le dégraissage déshuilage

Les graisses et les huiles étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des garages, des chaussées, des usines, des abattoirs, ... etc.

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du

traitement biologique qui intervient en suite

II.1.1.3.1. Le dégraissage

a. Le dégraissage avant rejet au réseau

Actuellement, avant l'admission des eaux dans le réseau de collecte l'administration sanitaire impose aux usagers la mise en place de séparateurs à graisses préfabriqués ou construit sur place.

Ces appareils sont dimensionnés pour un temps de séjours de 3 à 8 min avec une vitesse ascensionnelle de sédimentation d'environ 15m/h (0.25ml/mn).

Les rendements de rétention des graisses par ces appareils peuvent atteindre 80 à 90% en fonction de la température qui doit être inférieur à 30°C.

b. Le dégraissage en prétraitement de station d'épuration

Un dégraissage grossier peut être obtenu soit dans une chambre où des eaux sont tranquillisées dans un bac à cloisons siphoides, soit dans décanteur primaire circulaire muni d'une insufflation d'air favorisant la remontée des particules de graisses et leur agglomération en surface.

II.1.1.3.2. Le déshuilage

a. Le déshuilage longitudinal

L'ouvrage à une forme rectangulaire à circulation longitudinale. Le déshuilage s'effectue dans l'ouvrage par flottation naturelle des gouttelettes d'huile.

b. Les déshuileurs flottateurs

Ce sont des appareils utilisés en traitement d'eaux résiduaire contenant des pigments, des graisses ou des hydrocarbures, les techniques de flottation habituelle par pressurisation (mise sous pression en petites bulles).

II.1.2. Les traitements primaires

II.1.2.1. Le traitement primaire (décantation primaire)

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). [17]

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluante.

II.1.2.2. Coagulation – floculation

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination des MES et colloïdales.

a. Coagulation

Le but de la coagulation est de rompre ces forces électrostatiques et de déstabiliser les colloïdes afin de favoriser leur agglomération, et ça en neutralisant les charges de ces substances. Pour ce faire, on injecte dans l'eau des réactifs chimiques chargés positivement nommés « coagulants ». L'injection d'un coagulant doit se faire à un endroit où l'agitation est très forte afin qu'il se disperse rapidement dans l'eau brute. La neutralisation des charges conduit à la formation des « floccs » capables de décanter. Pour les substances organiques dissoutes, elle provoque la formation d'un sel nommé humât d'aluminium ou de fer, selon le coagulant employé.

Le choix et le dosage des coagulants doivent être déterminés en laboratoire par un jar test sur l'eau à traiter ou encore par des essais pilotes.

Le dosage est fonction de :

- ✓ La nature de l'eau brute : pH, alcalinité, MES, etc;
- ✓ Du taux d'enlèvement visés de la turbidité, la couleur, le carbone organique total (COT), etc.

Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules et produire des floccs sont :

- ✓ Le sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3, 18 H_2O$
- ✓ l'aluminate de sodium $NaAlO_2$
- ✓ le chlorure ferrique $FeCl_3, 6 H_2O$
- ✓ le sulfate ferrique $Fe_2(SO_4)_3, 9 H_2O$
- ✓ le sulfate ferreux $FeSO_4, 7 H_2O$.

b. Floculation

La floculation a pour objectif d'accroître le volume, le poids et la cohésion de flocc formé par coagulation. Cette étape est réalisée dans un compartiment distinct de celui de la coagulation, ou il faut réaliser une agitation lente qui permet, grâce à l'injection d'un réactif appelé

floculant, l'agglomération des floes formées par coagulation et leur grossissement. Parmi les réactifs utilisés on cite : Silices activées ; Alginates de Na

c. Décantation

La décantation est utilisée pratiquement dans toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floe dont la densité est supérieure à celle de l'eau; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. [6], [21]

II.1.3. Les traitements secondaires ou les traitements biologiques

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobies c'est à dire nécessitant un apport oxygène.

Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs. [22], [23]

II.1.3.1. Les procédés extensifs

Les traitements extensifs sont souvent préférés aux traitements conventionnels pour assurer l'épuration des eaux usées des petites et moyennes collectivités. La raison de cette préférence est leur fiabilité, la simplicité de leur gestion et la modestie des coûts de fonctionnement. Parmi ces procédés on distingue :

II.1.3.1.1 Le lagunage

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur. Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques. Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène. Les bactéries assurent la part prépondérante de l'épuration et la microfaune

contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et des bactéries.

Ce procédé simple demande des surfaces importantes car les temps de réactions sont très longs. Pour que le lagunage s'effectue dans les meilleures conditions d'aérobiose, tout en évitant les odeurs et la prolifération des insectes, il faut prévoir une décantation primaire des effluents. On empêche, ainsi, un colmatage rapide des bassins. Selon les régions, on peut traiter par ce procédé de 25 à 50 kg de DBO5 par hectare et par jour. L'inconvénient majeur de ce type de procédé est le dépôt qui se produit à la longue et qui reste en phase anaérobie.

Ce traitement demande des surfaces importantes avec des temps de séjour de l'ordre de 30 à 60 jours et une profondeur des bassins de 0.5 à 1.2 m.

II.1.3.1.2 Les différents types de lagunage

a. Le lagunage naturel

D'une profondeur de 1.2 à 1.5 m au maximum et de 0.8 m au minimum (afin d'éviter le développement de macrophytes), avec un temps de séjour de l'ordre du mois, ces bassins fonctionnent naturellement grâce à l'énergie solaire. On peut obtenir un rendement d'épuration de 90 %. Ces procédés sont très sensibles à la température et sont peu applicables aux régions froides. Leur dimensionnement est généralement basé, pour un climat tempéré, sur une charge journalière de 50 DBO kg ha⁻¹j⁻¹, soit environ 10 m²par habitant. La teneur en matière en suspension dans l'effluent traité reste élevée (de 50 à 150 mg L⁻¹). Aussi la DBO5 en sortie est souvent supérieure à 50 mg L⁻¹.

b. Le lagunage aéré

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts. Certains rejets industriels sont traités par ce procédé qui reste valable pour les produits organiques très lentement biodégradables. Ces rejets sont caractérisés par de faibles teneurs en MS et avec des DBO5 dans la gamme 300 - 1500 ppm (Conserverie, Industrie Chimique (Phénols)). Le brassage est effectué par des turbines fixées sur des flotteurs amarrés au centre du bassin.

c. Le lagunage anaérobie:

Il n'est applicable que sur des effluents très concentrés et, le plus souvent comme prétraitement avant un étage aérobie. La couverture de ces lagunes et le traitement des gaz produits sont nécessaires vu les risques de nuisances élevés (odeurs). Les temps de séjour sont souvent supérieurs à 50 jours. Les charges organiques appliquées sont de l'ordre de 0.01 kg DBO m-3j-1. Une profondeur importante (5 à 6 m) est en principe un élément favorable au processus. Dans la réalité, la classification aéro-anaérobie des lagunes n'est pas superflue, car dans les zones amont ou profondes des lagunes aérobie, on observe souvent un fort déficit en oxygène. Un curage des bassins tous les 10 ans est nécessaire du fait de la production des boues.

II.1.3.2 Les procédés intensifs

a. Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobie en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contrecourant, à travers le film biologique jusqu'aux microorganismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobie à la surface et des bactéries anaérobie près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux.

b. Disques biologiques

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants. Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer de la fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation du support sur l'axe), du dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes).

c. Boues activées

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels. Le procédé "boues activées" consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquide bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter.

Ensuite, les phases "eaux épurées" et "boues épuratrices" sont séparées. Une installation de ce type comprend les étapes suivantes :

- les traitements préliminaire et éventuellement primaire
- le bassin d'activation (ou bassin d'aération)
- le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues
- l'évacuation des eaux traitées
- les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs. [23]

CHAPITRE III :

DESCRIPTION DU COMPLEXE RHOURE NOUSS

III.1. Historique [24]

On s'intéressa à la région de Rhourde Nouss depuis la première découverte de gaz en 1956. Le forage du premier puits RN1 en 1962 a mis en évidence la présence de gaz riche en condensât au niveau de plusieurs réservoirs et la découverte de l'huile sur le puits RN4 est à l'origine de la construction d'un centre de traitement d'huile qui est mis en exploitation depuis 1966.

Le développement du gisement de Rhourde Nouss a été réalisé en plusieurs étapes. Dans ce qui suit, on citera les dates les plus marquantes :

- ✓ 10-Mai-1966: Mise en service du Centre de traitement d'huile.
- ✓ 28-Jan-1988: Démarrage de l'usine phase « A ».
- ✓ 14-Juin-1989: Mise en service de RhourdeAdra.
- ✓ 24-Avril-1992: Mise en service de Rhourde Hamra.
- ✓ 29-Mai-1992: Mise en service de Rhourde Chouff.
- ✓ 16-Juin-1995: Démarrage de l'usine de Hamra.
- ✓ 23-Mai-1996: Première expédition de GPL (Hamra).
- ✓ 13-Août-1999: Extension de la phase « A » par un cinquième train d'une capacité de 10.250 millions Sm³/j de gaz.
- ✓ Fin Février 2000 : Démarrage de l'Usine GPL (Phase « B ») d'une capacité de traitement de 48 millions de Sm³/j pour la production de 3800 t/j du GPL.
- ✓ 06-Mars-2000 : Première expédition de GPL (Rhourde Nouss).
- ✓ 2004 : Passage au système de contrôle (DCS).
- ✓ 2005 : Mise en service de l'unité de récupération des gaz torchés (SRGT).
- ✓ 2005-2010 : Préparation du plan de développement (CTH) et (QHA).
- ✓ 2007 : Exploitation du puits RN3.
- ✓ 2008 : Passage au système de contrôle des turbines de MARK II et MARK IV.
- ✓ 11-09-2011 : Démarrage de l'usine CSC.

La région de Rhourde Nouss a été la première unité de Sonatrach avoir installé un système DCS au niveau de Hamra en 1995 (transmission de données en real time).

III.2. Situation géographique

Rhourde Nouss qui fait partie de la wilaya d'Ilizi se situe à 1200 Km au Sud/Sud Est d'Alger à une altitude moyenne de 275m. Autrement dit, elle se localise à 350Km au Sud/Sud-est d'Ouargla et à 270 Km au Sud/Sud-est de Hassi Messaoud et une bretelle de 30km goudronnée l'a relié à la route nationale N3 (Ouargla-Ilizi). Son climat est désertique (sec avec un très faible taux d'humidité). Il se caractérise par un écart important de température entre l'hiver et l'été (-5°C à 50°C). On enregistre une pluviométrie très faible (2 à 4 mm/an) et une fréquence importante des vents de sable. C'est un terrain accidenté vu la position de la région (limite de l'erg oriental).

Rhourde Nouss est une région qui se compose de plusieurs champs (gisements) sur un rayon de 100 Km par rapport au siège de la Direction Régionale, qui se trouve à la lisière de l'erg oriental, avec une alternance de Hamada (ou Gassi) et d'erg (ou Siouf) de direction généralement Nord/Sud, qui est située dans le champ de Rhourde Nouss centre.

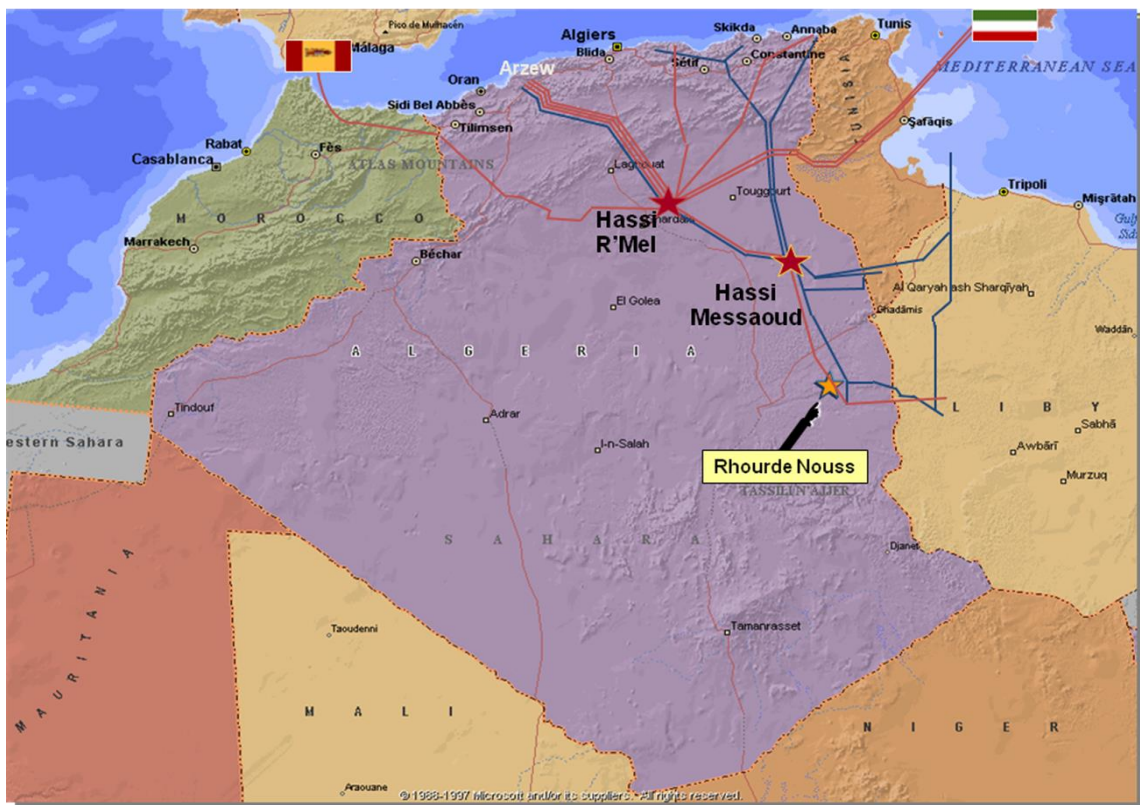


Figure 1. Situation géographique de Rhourde Nouss.

III.3. Activités du complexe

La région de Rhourde Nouss est à vocation principalement gazière. Elle est dotée d'un centre de traitement d'huile Avec une capacité de traitement de 2000 m³/J de brut, ce centre est le doyen des unités industrielles à Rhourde Nouss, puisqu'il a été mis en service en 1966 dans le cadre du contrat EL PASO. Actuellement, ce centre est remplacé par le centre de séparation de brut et de compression du gaz nommé CSC qui a démarré en septembre 2011. Un projet consistant en une unité des gaz torchés, est en voie de réalisation.

Les deux usines de traitement de gaz sont:

- a. Usine phase A (démarrage 1987) : dispose d'une unité de traitement de gaz et récupération de condensât, et d'une unité de compression pour le recyclage du gaz.
- b. Usine phase B (démarrage 2000) : consiste à récupérer le GPL et les traces de condensât.

La région produit sa propre énergie électrique au moyen d'une centrale électrique de 21MW et un apport à partir de Hamra (ligne de 60KM).

III.3.1. Description de l'unité 90 (station d'épuration de la phase A)

Les données de base utilisées pour la réalisation de la station d'épuration (unité 90) sont les suivants :

III. 3.1.1. Caractéristiques des eaux à traiter

- nombre d'habitant : 450
- dotation hydrique : 50 l/hab/jour
- DBO₅ du projet : 239 g/m³
- Matière en suspension : 340 g/m³
- débit du projet :
 - Journalier : 23 m³/jour
 - Horaire : 1 m³/h
 - Moyen : 0.96 m³/h
 - Maximal : 4 m³/h

III. 3.1.2. Caractéristiques des eaux traitées

- DBO₅ : 40 g/m³
- MES : 80 g/m³

III. 3.1.3. Description du procédé

Le mode de traitement utilisé pour l'unité 90 est le mode à boue activée et le traitement se déroule selon les phases suivantes :

III. 3.1.3.1. Bassin de relevage

Les eaux sanitaires provenant de la base de l'usine arrivent au bassin de relevage 90-B-11 à travers une(01) conduite PVC 400 mm, et autre conduite de 150mm pour les eaux d'égout des différentes sections, le volume du bassin est 36,4 m³.

III. 3.1.3.2. Dégrillage

Les eaux sanitaires soulevées par les pompes 90-P-11(A/B) vers un bassin spécial avec un débit discontinu de 4 m³/h ou a lieu la séparation des matières grossière par une grille, avant d'être envoyées au bassin biologique 90-L-12.

III. 3.1.3.3. Bassin biologique (traitement biologique)

Les eaux en sortie de l'unité de dégrillage alimentent par gravité l'unité de traitement à oxydation biologique (boue activée) avec un débit maximum de 4m³/h, qu'elle se compose d'une section d'oxydation et autre de clarification.

L'air de l'unité est fourni par les souffleurs d'air 90-K-11(A/B), l'air produit sert à :

- Alimenter les sections d'oxydation biologique, ou l'air est disposé dans l'eau par des diffuseurs de bulles d'air.
- Alimenter les airs lifts pour le recyclage de la boue biologique.

L'effluent traité (clair) est envoyé à la section de chloration tandis que les boues accumulées sur le fond de la section de clarification sont évacuées par un air lift qui les envois au recyclage à l'entrée de section d'oxydation.

III. 3.1.3.4. Chloration

La désinfection avec hypochlorite de sodium permet d'obtenir les résultats d'épuration suivante :

- Une élimination de la teneur bactérienne infectieuse éventuellement présente dans les eaux d'égout.
- Une bonne élimination d'odeur et couleur et empêchement de formation des algues.

Le débit de la pompe doseuse d'hypochlorite de sodium est 0.3 l/h.

III. 3.1.3.5. Soulèvement des eaux traitées

Dans la section de clarification existe deux(02) pompes de soulèvement 90-P-12 A/B qui envoient l'eau traitée au système d'irrigation.

III. 3.1.3.6. Système d'extraction des boues

Les boues accumulées au fond du clarificateur sont relevées par les airs lifts qui les renvoient à l'entrée des bassins d'oxydation, une partie des boues prélevées constituent les boues en excès est envoyées à la décharge par un camion citerne.

CHAPITRE IV :

SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EFFLUENT À TRAITER

IV.1. Rappels [25]

Les analyses effectuées sur site et au laboratoire ; nous donnent une idée globale concernant la réalisation de la station d'épuration des eaux résiduaires.

Les résultats de ces analyses ; nous permettent de dimensionner les différentes étapes de traitement afin d'assurer un bon fonctionnement de la station d'épuration.

Les caractéristiques des effluents à traiter doivent être obligatoirement validées par des campagnes de mesure 24 h.

Les campagnes des mesures effectuées "sur des échantillons prélevés en continu durant 24h de façon que les volumes de prises soient proportionnels aux débits instantanés de l'effluent avec constitution d'un échantillon moyen 24h réfrigéré", permet de définir "l'identité" ou la "morphologie" singulière de l'effluent.

IV.2. Analyse et interprétation des résultats

IV.2.1. Les test par jours de DBO₅, DCO, MES

IV.2.1.1. DCO

C'est la demande chimique on oxygène correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques (biodégradables et non biodégradables), elle est exprimée par la quantité d'oxygène fourni par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides....etc) présentes dans les eaux usées.

IV.2.1.2. DBO₅

L'épuration biologique ou aérobie consiste à dégrader des charges organiques ou polluantes sous l'action des micro – organismes, il résulte une consommation d'oxygène par ces micro-organismes qui est exprimé par le demande biologique en oxygène.

On a conventionnellement retenu d'exprimer la DBO₅ en mg d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20 ° C.

IV.2.1.3. MES

Ce paramètre englobe tous les éléments en suspension dans l'eau dans la station de traitement. Ces matières en suspension diminuent la quantité l'oxygène dissout et limite alors le développement des micro- organismes.

Après calcination les matières en suspension à 550°C, expriment la teneur des MVS (Matière volatile en suspension).

❖ **les résultats de ces trois paramètres:**

Tableau 1. Les résultats de DCO, DBO₅, MES, MVS du 14/02/2015

	Rejet
DCO	737 mg/L
DBO₅	313 mg/L
MES	134 mg/L
MVS	107,2 mg/L

Tableau 2. Les résultats de DCO, DBO₅, MES, MVS du 15 /02/2015

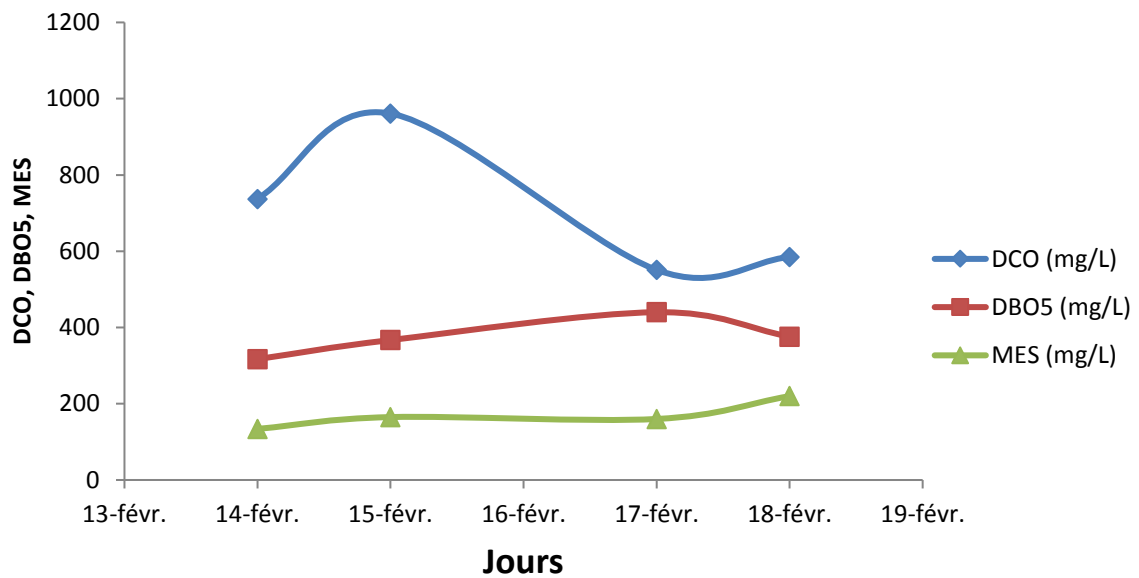
	Rejet
DCO	961 mg/L
DBO₅	367 mg/L
MES	165 mg/L
MVS	132 mg/L

Tableau 3. Les résultats de DCO, DBO₅, MES, MVS du 17/02/2015

	Rejet
DCO	551 mg/L
DBO₅	440 mg/L
MES	160 mg/L
MVS	128 mg/L

Tableau 4. Les résultats de DCO, DBO₅, MES, MVS du 18 /02/2015

	Rejet
DCO	585 mg/L
DBO₅	376 mg/L
MES	222 mg/L
MVS	177,6 mg/L

**Figure 2.** Moyenne journalière de DBO₅, DCO, MES

✓ Interprétation des résultats

DCO : Pour ce qui est de la qualité des eaux usées reçues à l'entrée de la station on a des concentrations moyennes journalières minimale de 551 mg/L et maximale de 961 mg/L obtenues.

BDO₅ : Les analyses effectuées sur les eaux de l'entre de la station d'épuration, montrent que les valeurs de la *DBO₅* sont très élevées (375 mg/L) par rapport à la valeur de la norme Algérienne.

On constate que les valeurs de la *DBO₅* et de la *DCO* sont variables et dépassent dans la plupart du temps les normes internationales de rejet qui sont de 120-130mg/L pour la *DCO* et 35-40 mg/L pour la *DBO₅*. Plusieurs facteurs influent sur ces résultats parmi ces derniers : l'insuffisance de l'oxygène, la qualité de la boue utilisée et la charge de l'effluent en matière organique.

MES : Les résultats du diagramme ci-dessus nous montrent que les eaux usées brutes reçues par la station d'épuration de Rhourde Nouss en général peu chargées en *MES* à cause certainement du volume important d'eaux utilisées. En effet, nous avons des concentrations moyennes journalières qui varient de 134mg/l au 1^{er} jour à 220 mg/l au 4^{ème} jour pour un moyen générale de 177 mg/l. Ces eaux usées dépassent donc dans la gamme des concentrations habituellement obtenues pour ce type d'eau usées qui de 35-40 mg/l pour les *MES*.

IV.2.1.2. Tests de pH

Ce test est conseillé d'être utilisé quotidiennement pour déterminer l'acidité ou l'alcalinité de l'eau, surtout pour les eaux usées brutes.

Tableau 5. Les résultats du pH du 14/02/2015 au 18 /02/2015

Jours	14/02	15/02	17/02	18/02
pH	7.57	7.52	7.6	7.5

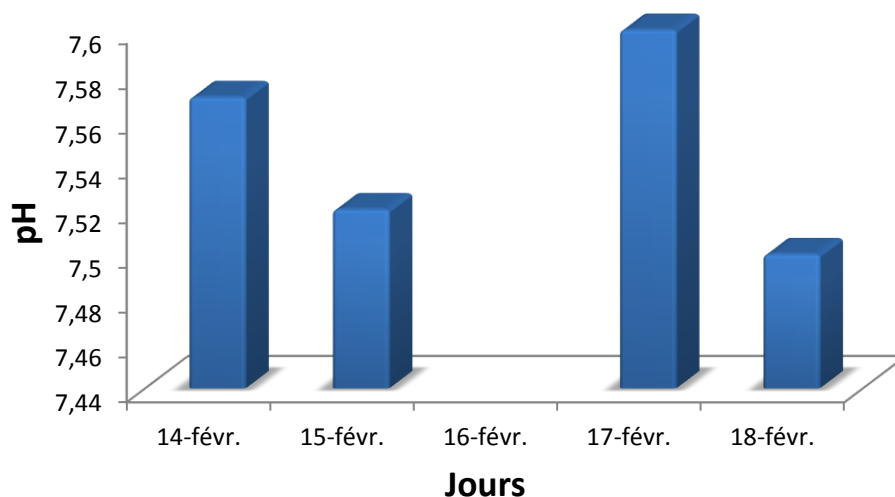


Figure 2. Moyenne journalière du pH

✓ Interprétation des résultats

Dans les différents points du procédé le pH se trouve dans un intervalle de 6,5-8,5 ; avec une moyenne de 7,55 indique que c'est un milieu neutre.

IV. 2.3. Tests de l'azote et phosphore

IV. 2.3.1. Tests de l'azote

L'origine des nitrates est habituellement une nitrification de l'azote organique. Les nitrates participent également dans le phénomène d'eutrophisation ce pendant, en période de faible oxygénation, les nitrates peuvent jouer le rôle de donneur d'oxygène et diminuer l'aération. La réduction des nitrates donne les nitrites provenant également d'une oxygénation incomplète de l'ammoniac.

Tableau 6. Les résultats de l'azote du 21/02/2015 au 23/02/2015

Jours	21/02	22/02	23/02
NTK	25 mg/L	20 mg/L	32 mg/L

NTK = azote Kjeldahl = Azote organique + Azote ammoniacal

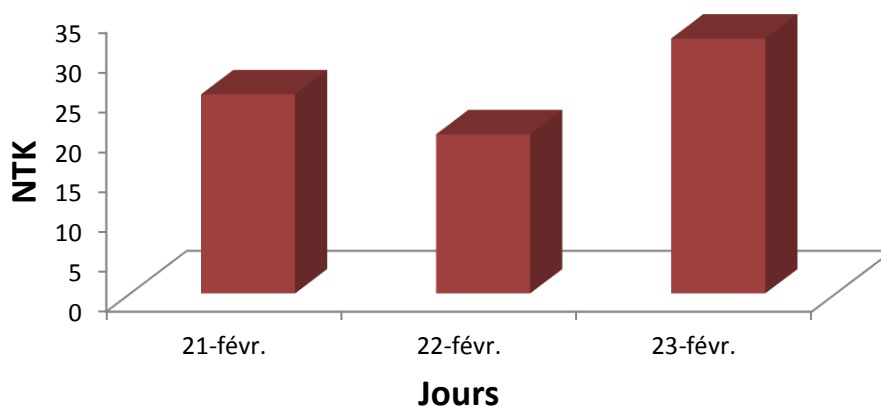


Figure 3. Moyenne journalière de l'azote

IV. 2.3.2. Tests du phosphore

La teneur des eaux en phosphate est liée à la décomposition de la matière organique. Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, il favorise l'eutrophisation, ce dernier est un phénomène évolutif au cours duquel le milieu est riche en matières nutritives d'une manière excessive et par conséquent en organismes vivants et en diverse matière organique ce qui engendre une dégradation.

Tableau 7. Les résultats du phosphore du 22/02/2015 au 24 /02 /2015

Jours	22/02	24/02
P	4 mg/L	4 mg/L

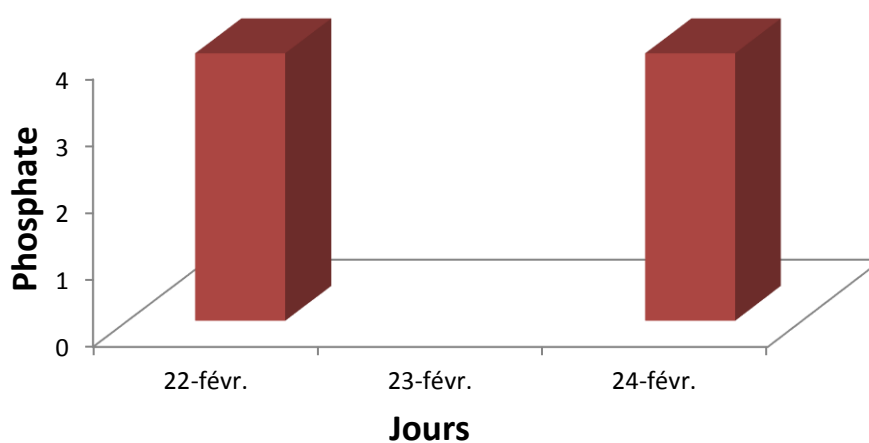


Figure 4. Moyenne journalière du phosphore

✓ Interprétation des résultats

L'analyse concernant les éléments minéraux (azote total et phosphore total) a permis de constater que les eaux usées brutes de la station de Rhourde Nouss sont peut chargées en ces éléments. En effet, les concentrations moyennes journalières varient de 20 mg/l à 32 mg/l avec une moyenne de 25.6 mg/l pour l'azote total et de 4 mg/l pour le phosphore total. (La norme 10-15 mg/L pour le phosphore total et pour NTK c'est 30-40 mg/L)

IV. 2.4. Détermination de La biodégradabilité

Le rapport du DCO sur DBO₅ nous donne une indication sur la mixité et la biodégradabilité relative de l'effluent.

Tableau 8. Les résultats de la biodégradabilité du 14/02/2015 au 18 /02/2015

Jours	14/02	15/02	17/02	18/02
DCO/DBO ₅	2.32	2.62	1.25	1.56

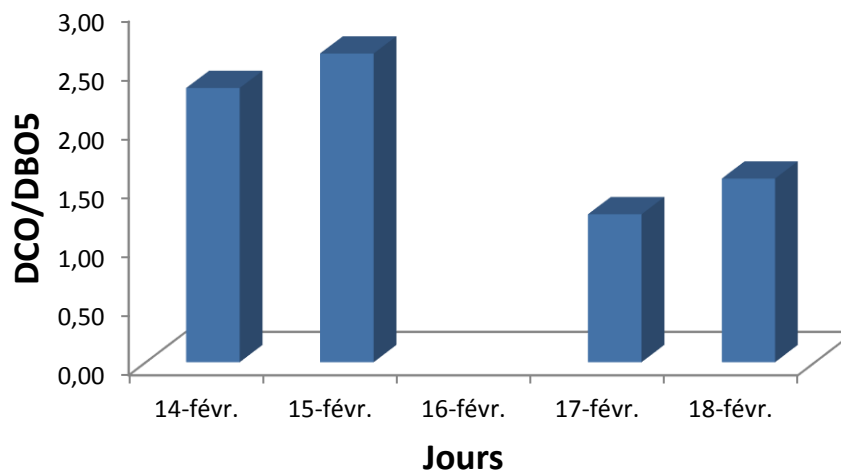


Figure 5. Moyenne journalière de DCO/DBO₅

✓ Interprétation des résultats

La moyenne du coefficient de la biodégradabilité $k = 1.94$, donc cette valeur elle est dans la gamme ou $1.5 < k < 2.5$, cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

D'après ces résultats on peut dire que dans la réalisation de notre station d'épuration on n'a pas besoin d'appliquer un traitement biologique, car les matières qui se trouvent dans notre effluent sont biodégradables.

CHAPITRE V :

DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

V.1. Dimensionnement [26, 27, 28, 29]

V.1.1. Évaluation des charges polluantes

V.1.1.1. Estimation des débits

Le volume rejeté par les habitants est estimé à 100% de la dotation.

Nombre de personne (habitants) : 600

Dotation hydrique : 100 l/personne/jour

V.1.1.1.1. débits journaliers

Le débit journalier se calcule comme suit : $Q_j = D * N * C_r$

- D : dotation (l/hab. /j) ;
- N : nombre d'habitant l'horizon considéré ;
- C_r : coefficient de rejet.

$$Q_j = 100 * 600 * 1 = 60 \text{ m}^3 / \text{j}$$

V.1.1.1.2. Débit moyen horaire

Il est donné par la relation suivante : $Q_{\text{moy},j} = \frac{Q_j}{24}$

$$Q_{\text{moy},j} = \frac{60}{24} = 2.5 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$Q_{\text{moy},j} = 2.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

V.1.1.1.3. Débit de Pointe en temps sec

On le calcule par la relation suivante : $Q_{\text{pte}} = K_p * Q_{\text{moy},j}$

- $K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m}}$ si $Q_{\text{moy},j} \geq 2.8 \text{ l/s}$
- $K_p = 3$ si $Q_{\text{moy},j} \leq 2.8 \text{ l/s}$ $Q_{\text{moy},j} = 0.69 \text{ l/s}$

Dans notre cas le $K_p = 3$ d'où le débit de point est :

$$Q_{pte} = 3 * 2.5 = 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{pte} = 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

V.1.1.2. Estimation des charges polluantes

On calcul les charges polluantes a partir des résultats des analyses.

V.1.1.2.1. la charge moyenne journalière en DBO₅

$$L_0 = C_{DBO_5} (\text{Kg}/\text{m}^3) * Q_j (\text{m}^3/\text{j})$$

L_0 : charge moyenne journalière en DBO₅ (Kg/j)

C_{DBO_5} : concentration en DBO₅ moyenne (kg/m³)

Q_j : Débit moyen journalier en (m³/j)

Nous avons : $C_{DBO_5} = 375 \text{ mg/l}$

On obtient : $L_0 = 375 * 10^{-3} * 60 = 22.5 \text{ kg/j}$

$$L_0 = 22.5 \text{ kg/j}$$

V.1.1.2.2. La charge en MES

$$N_0 = C_{MES} (\text{kg}/\text{m}^3) * Q_j (\text{m}^3/\text{j})$$

N_0 : charge moyenne journalière en MES.

C_{MES} : concentration moyenne en MES (kg/l)

Nous avons : $C_{MES} = 187 \text{ mg / l}$

Donc : $N_0 = 187 * 10^{-3} * 60$

$$N_0 = 11.22 \text{ kg/j}$$

V.1.1.2.3. La charge en DCO

$$D_0 = C_{DCO} (\text{kg}/\text{l}) * Q_j (\text{m}^3/\text{j})$$

D_0 : charge moyenne journaliere en DCO

C_{DCO} : concentration moyenne en DCO (kg/l)

Nous avons : $C_{DCO} = 708.5 \text{ mg/l}$

Donc : $D_0 = 708.5 * 10^{-3} * 60 = 42.5 \text{ kg/j}$

$$D_0 = 42.5 \text{ kg/j}$$

V. 1.2. Prétraitements

V.1.2.1. Dégrillage

V.1.2.1.1. Grille fine

β : coefficient de colmatage de la grille. Il est de 0.4 pour une grille manuelle.

Q_{pte} : Débit de pointe (m^3 / s)

d : Epaisseur de bareaux

e : Espace libre entre bareaux

V : vitesse de passage a travers la grille (m/s) $V = (0.6 - 1)$ m/s au débit de pointe.

Donc la largeur peut etre exprimée par : $L = \frac{Q_{pte} \cdot \sin \alpha}{V \cdot h_{max} \cdot (1 - \beta) \cdot 6}$

Donc : $d = 1$ cm et $e = 2$ mm donc $\beta = \frac{d}{d+e}$

On a : $Q_{pte} = 0.0021$ m^3 / s

On prend : $\alpha = 60^\circ$, $V = 0.6$ m/s, $h_{max} = 0.3$ m, $\beta = 0.4$ (Dégrillage manuel)

On obtien : $L = \frac{0.0021 \cdot \sin 60^\circ}{0.6 \cdot 0.3 \cdot (1 - 0.83) \cdot 0.4} = 0.15$ m

$$L = 0.15m$$

La longueur mouillé de la grille est égale au rapport entre la hauteur maximal dans le canal et le sinus de l'angle d'inclinaison de la grille par rapport a l'horizontal.

$$l = h_{max} / \sin \alpha = \frac{0.3}{0.86} = 0.34m$$

On détermine pour la grille aussi :

- Le nombre d'unité : $U = \frac{L}{(e+d)} = \frac{150}{(10+2)} = 12$
- Le nombre de barreau : $n = U + 1 = 12 + 1 = 13$
- La largeur nette de passage : $lp = e \cdot U = 2 \cdot 12 = 24$ mm

V.1.2.1.2. Refus de la grille

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

$$R = \frac{12 \text{ a } 15}{e} (l/Eh) \quad , \quad R = \frac{12}{2} = 6 \text{ l/Eh}$$

D'ou le refus total d'une année est : $R_t = 6 \cdot 600 = 3600$ l

$$R_t = 3.6 \text{ m}^3/\text{an}$$

V.1.2.2. Dessablage-déshuilage

Le bassin de dessablage déshuilage proposé est de type aéré longitudinal, ou l'injection de l'air assure une turbulence constante qui évite le dépôt des matières organiques. Pour qu'il y ait sédimentation des particules, il faut que l'inégalité soit vérifiée : $\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s}$ ou :

V_e : la vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

V_s : vitesse de sédimentation.

L : longueur de bassin.

H : profondeur de bassin

V.1.2.2.1. Volume

Le volume de dessableur est calculé à partir de débit et de temps de séjour. Le dessableur aéré est calculé pour un temps de séjour de 5 à 15 minutes, on prend un temps de séjour $t_s = 15$ minutes.

On a le débit $Q_{pte} = 0.0021 \text{ m}^3/\text{s}$

Donc : volume = $Q_{pte} * t_s = 0.0021 * 15 * 60 = 1.89 \text{ m}^3$

$$\text{Volume} = 2 \text{ m}^3$$

V. 1.2.2.2. Surfaces horizontales

La hauteur est de 1 à 2m d'où on prend $h = 1\text{m}$

La surface horizontale S_h sera : $S_h = \frac{V}{h} = \frac{2}{1} = 2 \text{ m}^2$

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

V.1.2.2.3. Longueur et largeur

Dans le cas d'un dessableur carré, le côté L sera :

$$L = \sqrt{S_h} = \sqrt{2} = 1.41 \text{ m}$$

$$L = 1.41 \text{ m}$$

V.1.2.2.4. Volume d'air insufflé dans le dessableur

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m^3 d'air / m^3 d'eau.

$$Q_{air} = Q_{pte} * V$$

Tel que : V est le volume d'air à injecter (m^3)

Donc : $q_{air} = 7.5 * 1 = 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_{air} = 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

V.1.2.2.5. Quantité des matières éliminées par le dessableur

Les MES contiennent 20% de MM (matières minérales) et 80% de MVS (matière volatil en suspension), c'est-à-dire : $MES = 80\%MVS + 20\%MM$

Donc :

$$MVS = 0.8 N_0 = 8.97 \text{ kg/j} \quad MVS = 8.97 \text{ kg/j}$$

$$MM = 0.2 N_0 = 2.25 \text{ kg/j} \quad MM = 2.25 \text{ kg/j}$$

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

$$MM_e = MM * 0.8 = 2.25 * 0.8 = 1.8 \text{ kg/j}$$

$$MM_e = 1.8 \text{ kg/j}$$

De plus les matières minérales a la sortie de dessableur :

$$MM_s = MM - MM_e = 2.25 - 1.8 = 0.45 \text{ kg/j}$$

$$MM_s = 0.45 \text{ kg/j}$$

Enfin les MES a la sortie de dessableur :

$$MES_s = MVS + MM_s = 8.97 + 0.45 = 9.42 \text{ kg/j}$$

$$MES_s = 9.42 \text{ kg/j}$$

V.1.2.2.6. Déshuilage dégraissage

Le déshuilage pourrait retenir 80 a 90% des huiles contenues dans les eaux si la température s'y prête a leur solidification. Un dégraissage efficace est assuré par une température inférieure a 30°C, si elle est supérieure, un refroidissement préalable est nécessaire.

V.1.3. Traitement primaire

V.1.3.1. Décanteur primaire

Les eaux provenant du dessabler-déshuileur, doivent passer par le décanteur primaire avant d'arriver au bassin d'aération.

Nous optons pour un décanteur d'une forme circulaire, donc le volume est donné par la formule :

$$V = Q_{pte} * t_s \text{ (m}^3\text{)}$$

V : volume du décanteur (m³) ;

Q_{pte} : débit de pointe (m³ / h) ;

T_s : Temps de séjour est donné $t_s = (1 \text{ a } 3) \text{ heure}$, d'où on prend $t_s = 2 \text{ h}$

$$V = 7.5 * 2 = 15 \text{ m}^3$$

$$\text{Donc : } V = 15 \text{ m}^3$$

Enfin le diamètre du décanteur est exprimé par la formule : $D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*h}}$

D : Diamètre du décanteur (m) ;

V : Volume du décanteur (m³) ;

H : hauteur du décanteur tel qu h = 3 a 4 (m), on prend h=3 (m)

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}} = \sqrt{\frac{4*15}{3.14*3}} = 2.52 \text{ m}$$

$$D = 2.52 \text{ m}$$

V.1.3.2. Charge éliminer par le traitement primaire

Les rendements de la décantation sont les suivants :

Tableau9. Rendement de la décantation

	MES	DCO	DBO ₅	N	P
Sans réactif	60%	30%	35%	10%	10%

Les charges éliminées sont présentées comme suit :

$$DBO_5 = 0.35 * 22.5 = 7.88 \text{ kg/j}$$

$$DBO_5 = 7.88 \text{ kg/j}$$

$$MM_{\text{elim}} = 0.95 * 0.45 = 0.43 \text{ kg/j}$$

$$MM_{\text{elim}} = 0.43 \text{ kg/j}$$

$$MES = 0.6 * 9.42 = 5.65 \text{ kg/j}$$

$$MES = 5.65 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 0.3 * 42.5 = 12.75 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 12.75 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.1 * 0.24 = 0.024 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.024 \text{ kg/j}$$

$$N = 0.1 * 1.53 = 0.153 \text{ kg/j}$$

$$N = 0.153 \text{ kg/j}$$

Les charges retrouvées a la sortie du décanteur primaire sont présentées comme suit :

$$DBO_5 = 22.5 - 7.88 = 14.42 \text{ kg/j}$$

$$DBO_5 = 14.42 \text{ kg/j}$$

$$MM = 0.45 - 0.43 = 0.02 \text{ kg/j}$$

$$MM = 0.02 \text{ kg/j}$$

$$MES = 9.42 - 5.65 = 3.77 \text{ kg/j}$$

$$MES = 3.77 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 42.5 - 12.75 = 29.75 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 29.75 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.24 - 0.024 = 0.216 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.216 \text{ kg/j}$$

$$N = 1.53 - 0.153 = 1.37 \text{ kg/j}$$

$$N = 1.37 \text{ kg/j}$$

V.1.4. Traitement secondaire

V.1.4.1. Bassin d'aération

V.1.4.1.1. Charges massiques

En aération prolongée, la charge massique (C_m) : $C_m = 0.07 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS/j}$

V.1.4.1.2. Charge volumique

An aération prolongée, la charge volumique (C_v) : $C_v = 0.25 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$

V.1.4.3. Charge en DBO_5 éliminée

Charge en DBO_5 a l'entrée de bassin d'aération est : $L'_0 = 14.42 \text{ kg/j}$

La concentration (S_s) a la sortie doit être conforme aux normes de rejet établies par l'état qui est fixée a 30 mg/l de DBO_5 . Nous considérons 20 mg/l , d'où la charge a la sortie :

$$L_s = S_s * Q_j * 10^{-3} = 14.42 * 60 * 10^{-3} = 0.86 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$\mathbf{L_s = 0.86 \text{ kg DBO}_5/\text{j}}$$

Charge en DBO_5 éliminée est :

$$L_e = L'_0 - L_s = 14.42 - 0.86 = 13.56 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$\mathbf{L_e = 13.56 \text{ kg DBO}_5/\text{j}}$$

V.1.4.4. Dimension du bassin

V.1.4.4.1. Volume

Est donné par : $V = \frac{L'_0}{0.25} = \frac{14.42}{0.25} = 57.68 \text{ m}^3$

$$\mathbf{V = 57.68 \text{ m}^3}$$

V.1.4.4.2. Hauteur

Elle est généralement comprise entre 3 et 5m ; donc on prend $H = 3\text{m}$

V.1.4.4.3. Surface horizontale

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{57.68}{3} = 19.22 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{S_h = 19.22 \text{ m}^2}$$

V.1.4.4.4. Diamètre

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 19.22}{3.14}} = 4.94 \text{ m}$$

$$D = 4.94 \text{ m}$$

V.1.4.4.5. Temps de séjour

$$T_s = \frac{V}{Qh} = \frac{58}{2.5} = 23.2 \text{ heure}$$

$$t_s = 23.2 \text{ heures}$$

V.1.4.2. Besoins en oxygène

Les bactéries en traitement par boues activées ont besoin d'oxygène d'une part pour la dégradation de la pollution organique, d'autre part pour leur subsistance (respiration endogène). la quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse et à la respiration endogène.

Elle est donnée par suit

Besoin pour la dégradation de la pollution carboné :

$$Q_{O_2/j} = a' \cdot L_e + b' \cdot X_a$$

Besoin pour la dégradation de pollution azoté :

$$Q_{O_2/j} = C' \cdot N_{\text{nitrifiant}} - C'' \cdot N_{\text{dénitrifiant}}$$

La quantité théorique d'oxygène est donnée par la relation :

$$Q_{O_2} = (a' \cdot L_e) + (b' \cdot X_a) + (C' \cdot N_n) - (C'' \cdot N_{DN}) \text{ kg/j}$$

Q_{O_2} : Besoin en oxygène kg/j

X_a : Quantité de MVS présente par jour dans le bassin kg

a' : Coefficient déterminant de la fraction d'oxygène consommée pour fournir l'énergie de synthèse de la matière vivante, il dépend de la charge massique $a' = 0.66$

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène $b' = 0.06$

Tableau 10. Variables (a', b', IM, %MVS en fonction de CM) dans le tableau les valeurs des IM et % MVS sont données à titre indicatif

Cm kgDB05/kgMVS	Besoin métabolisme (a') (KgO2)	besoin respiration endogène (b')	IM de référence ml/g	% MVS dans le reacteur	Sa en g/l
0,035	0,7	0,055	150	60	5 ou 3.5 *
0,65	0,7	0,06	150	63	5 ou 3.5 *
0,09	0,7	0,07	150	65	5 ou 3.5 *
0,15	0,68	0,075	170	70	3.5
0,30	0,65	0,085	200	75	3
0,6	0,6	0,1	250	78	2.5
0,9	0,5	0,14	300	82	2

$$L_e = 13.56 \text{ kg DBO}_5 / \text{j}$$

$$X_a = 206 \text{ kg}$$

C' : Taux de conversion de l'azote réduit en azote nitrique = 4.53 kgO₂/kg N-NH₄ nitrifier

N_n : flux de l'azote nitrifier.

C'' : Taux de conversion de l'azote nitrique en azote gazeux = 2.86 kgO₂/kg N-NO₃ dénitrifier

N_{DN} : flux d'azote à dénitrifier.

N_n : flux de N_{EB}-N assimilé- Flux N_{ET}

$$\text{Fux de } N_{EB} = 1.37 \text{ kg/j}$$

N_{assimilé} = 5% de DBO₅ et N_{ET} = 5mg/l et N-NO₃ET = 2mg/l

$$\text{On a donc : } N_n = 1.37 - (0.05 * 13.56) - (0.005 * 60)$$

$$N_n = 0.392 \text{ kg/j}$$

N_{dénitrifier} = N_n - flux de (N-NO₃ET⁻)

$$N_{\text{dénitrifier}} = 0.392 - (60 * 0.002)$$

$$N_{\text{dénitrifier}} = 0.272 \text{ kg/j}$$

$$Q_{O_2/j} = 0.7 L_e + 0.06 X_a + 4.53 N_n - 2.86 N_d$$

$$Q_{O_2/j} = 0.7 * 13.56 + 0.06 * 206 + 4.53 * 0.392 - 2.86 * 0.272$$

$$Q_{O_2/j} = 9.492 + 12.36 + 1.77576 - 0.77792$$

$$Q_{O_2/j} = 22.85 \text{ kg/j}$$

Besoins journaliers en O₂ : Q_{O2} = 23 kg/j

Quantité horaire d'oxygène nécessaire :

$$Q_{O_2} = \frac{23}{24} ;$$

$$Q_{O_2} = 0.96 \text{ kg/h}$$

Quantité d'oxygène nécessaire pour 1m³ de bassin :

$$Q_{bO_2} = \frac{Q_{O_2}}{V} = \frac{23}{58} = 0.396 \text{ kgO}_2/\text{m}^3 \cdot \text{j}$$

$$Q_{bO_2} = 0.4 \text{ kg/ m}^3 \cdot \text{j}$$

V.1.4.3 Décanteur secondaire (clarificateur)

Le clarificateur a pour but, la séparation de floc biologique de l'eau épurée. Les boues déposées dans le clarificateur sont renvoyées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation). Nous optons pour un décanteur d'une forme circulaire.

Le volume est donné par la formule : $V = Q_{pte} \cdot t_s \text{ (m}^3\text{)}$

V : volume du clarificateur (m³) ;

Q_{pte} : Débit de point (m³ / h) ;

T_s : Temps de séjour dont il donné t_s=2 -4 heures, d'où on prend t_s=3h

$$\text{Donc : } V = 7.5 \cdot 3 = 22.5 \text{ m}^3$$

$$V = 22.5 \text{ m}^3$$

Enfin le diamètre du clarificateur est exprimé par la formule : $D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$

D : diamètre du clarificateur (m) ;

V : volume de clarificateur (m³) ;

H : Hauteur du clarificateur tel que h=3 – 4 m , on prend h=3m ;

$$\text{Donc : } \sqrt{\frac{4 \cdot 22.5}{3.14 \cdot 3}} = 3.1 \text{ m}$$

$$D = 3.1 \text{ m}$$

Charge éliminées par le traitement secondaire :

Les rendements du traitement secondaire sont les suivants :

Tableau 11. Rendement du traitement secondaire

	MES	DCO	DBO₅	N	P
Sans réactif	90%	90%	88%	20%	20%

Les charges éliminées sont présentées comme suit :

$$DBO_5 = 0.88 * 14.42 = 12.68 \text{ kg/j}$$

$$DBO_5 = 12.68 \text{ kg/j}$$

$$MES = 0.9 * 3.77 = 3.39 \text{ kg/j}$$

$$MES = 3.39 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 0.9 * 59.75 = 53.77 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 53.77 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.2 * 0.21 = 0.042 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.042 \text{ kg/j}$$

$$N = 0.2 * 1.37 = 0.27 \text{ kg/j}$$

$$N = 0.27 \text{ kg/j}$$

Les charges retrouvées a la sortie du clarificateur sont présentées comme suit :

$$DBO_5 = 14.42 - 12.68 = 1.74 \text{ kg/j}$$

$$DBO_5 = 1.74 \text{ kg/j}$$

$$MES = 3.77 - 3.39 = 0.38 \text{ kg/j}$$

$$MES = 0.38 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 59.75 - 53.77 = 5.98 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 5.98 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.21 - 0.042 = 0.168 \text{ kg/j}$$

$$P = 0.168 \text{ kg/j}$$

$$N = 1.37 - 0.27 = 1.1 \text{ kg/j}$$

$$N = 1.1 \text{ kg/j}$$

LISTE DES ABRÉVIATIONS

STEP : Station d'Épuration

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène de cinq jours

MES : Matière En Suspension

MM : Matière Minérale

MVS: Matière Volatile En Suspension

CE: Conductivité électrique

pH: Potentiel d'Hydrogène

NTK: L'azote total Kjeldahl

MO: Matière organique

P : Phosphore

T° : Température

Sec : Second

Q_j : Débit journalier

T_s : Temps de séjour

Q_{pte} : Débit de point

D : Dotation hydrique

N : Nombre d'habitant

C_r : Coefficient de rejet

L₀: Charge moyenne journalière en DBO₅

N₀: Charge moyenne journalière en MES.

D₀ : Charge moyenne journalière en DCO

ϕ : Coefficient de colmatage de la grille.

d : Epaisseur de bareaux

e : Espace libre entre bareaux

L : La longueur

V_e : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

V_s : Vitesse de sédimentation.

H : Profondeur de bassin

S_h : La surface horizontale

V : Volume.

Q_{O₂/j} : Besoin en oxygène

Q_{O₂} : Quantité d'oxygène

N_n : Flux de l'azote nitrifié.

N_{DN} : Flux d'azote a dénitrifier

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Les résultats de DCO, DBO ₅ , MES, MVS du 14/02/2015	23
Tableau 2. Les résultats de DCO, DBO ₅ , MES, MVS du 15 /02/2015	23
Tableau 3. Les résultats de DCO, DBO ₅ , MES, MVS du 17/02/2015	24
Tableau 4. Les résultats de DCO, DBO ₅ , MES, MVS du 18 /02/2015	24
Tableau 5. Les résultats du pH du 14/02/2015 au 18 /02/2015	25
Tableau 6. Les résultats de l'azote du 21/02/2015 au 23/02/2015	26
Tableau 7. Les résultats du phosphore du 22/02/2015 au 24 /02 /2015	27
Tableau 8. Les résultats de la biodégradabilité du 14/02/2015 au 18 /02/2015	28
Tableau 9. Rendement de la décantation	35
Tableau 10. Variables (a', b', IM, %MVS en fonction de CM) dans le tableau les valeurs des IM et % MVS sont données à titre indicatif	38
Tableau 11. Rendement du traitement secondaire	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Situation géographique de Rhourde Nouss	18
Figure 2. Moyenne journalière de DBO ₅ , DCO, MES	24
Figure 2. Moyenne journalière du pH	26
Figure 3. Moyenne journalière de l'azote	27
Figure 4. Moyenne journalière du phosphore	27
Figure 5. Moyenne journalière de DCO/DBO ₅	28

CONCLUSION GÉNÉRALE

La protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel sont devenues des contraintes qui ont amené les industries à prendre des mesures rigoureuses et efficaces.

Pour cela on a effectué des analyses physico-chimique (DCO, DBO₅, pH...etc) pour le traitement des eaux de rejets liquides du complexe gazier Rhourde Nous, a fin de faire un dimensionnement de la station que le complexe veut construire.

Cette étude témoigne que les résultats des analyses physico-chimiques et ne respectent pas les normes de rejets.

D'après les analyses effectuées, la plupart des résultats concernant l'eau à traiter ne respectent pas les normes de rejets et notamment les valeurs de la DCO qui sont supérieures aux normes et qui ont des valeurs entre 551 et 961 mg/L au lieu du seuil admissible de 145mg/L, concernant les valeurs de la DBO₅ nous avons constaté la même remarque, elle possède des valeurs entre 313 et 440 mg/L au lieu de 60 mg/L.

Pour la MES la valeur moyenne est de 177 mg/L, ces eaux usées se situent donc dans la gamme des concentrations habituellement obtenues pour ce type d'eau usée qui est en dessous de 600mg/L pour les MES.

D'après la valeur de la biodégradabilité on remarque qu'ont n'a pas besoin d'un traitement biologique car les matières polluantes qui constituent notre rejet et biodégradable ; delà on procède au dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées.

Finalement, nos calculs nous ont permis de faire le dimensionnement des différentes filières de traitement à savoir le prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire.

1. Mesure de pH

Matériels

- pH mètre
- les béchers

Mode opératoire

- Prélever à l'aide d'une pipette une prise d'essai de 50 ml et l'introduire dans un bécher propre.
- Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée.
- Placer le bécher sous agitation magnétique.
- Introduire l'électrode dans la solution à analyser.
- Mettre en marche le potentiomètre.
- Lire la valeur affichée par le potentiomètre après stabilisation.



pH mètre Seven Go

2. Mesure de DCO

Matériels

- Becher
- Tube de réactifs de digestion (DCO)
- Réacteur LT200
- Spectromètre

Mode opératoire

- On prend 2 tubes de DCO, on ajoute 2ml de notre échantillon dans le premier tube, 2 ml d'eau distillée dans le second tube qui va représenter le blanc.
- On met les tubes à chauffer dans un thermoréacteur LAANGE LT200 à 150°C pendant 2heures, le thermo réacteur éteint, on retire les tubes après 20 mn, tout en agitant doucement. Après que les tubes aient refroidi nous procéderons à la lecture de la DCO par le DR2800



Spectromètre DR2800



réacteur LT200



Tube de réactif

3. Mesure de MES

Matériels

- Papier filtre
- Balance de précision
- Pompe sous vide
- Étuve

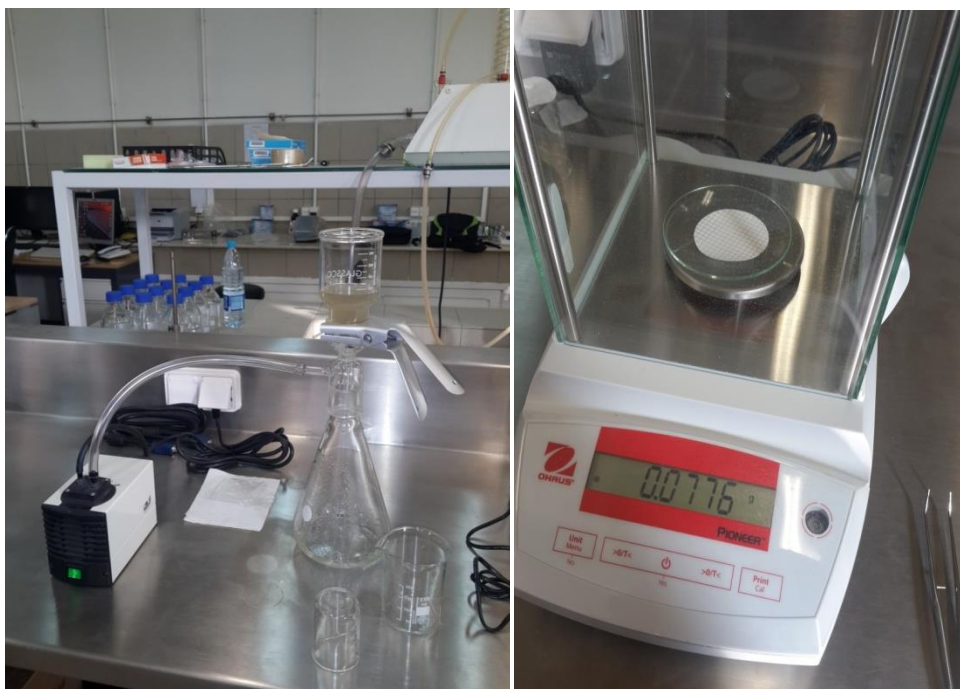
Mode opératoire

- Peser le papier filtre avant la filtration : P1.
- On prend un volume donné de l'échantillon à analyser, bien agité.
- On fait une filtration sous vide.
- Après la filtration, on met nos échantillons dans une étuve préchauffée à 105°, pendant 30 minutes.
- Retirer le papier filtre et laisser refroidir dans le dessiccateur
- Peser le papier filtre froid : P2

La valeur en MES est exprimée par l'équation :

$$\text{MES} = \frac{P2 - P1}{PE} * 1000 \quad (\text{mg/l})$$

PE : la quantité d'échantillon filtrée ou prise d'essai en ml



Mesure de MES

la balance

4. Mesure de DBO₅

Matériels

- Cylindre gradué
- Cuiller spatule
- Incubateur pour DBO
- Couvercle hermétique
- Agitateur
- Sachet de substance nutritive tampon
- BOD Trak2
- pastilles d'hydroxyde de potassium

Mode opératoire

- Chauffer ou refroidissez l'échantillon a 19 a 21 °C
- Homogénéisez l'échantillon dans un mixeur s'il contient de gros solides en suspension ou flottant
- Choisissez la taille d'échantillon correcte pour la plage de l'échantillon. Mesurez l'échantillon dans un cylindre gradué
- Versez le contenu d'un sachet de substance nutritive tampon dans le cylindre gradué
- Transférez-le contenu du cylindre gradué dans une bouteille de BOD Trak2
- Mettez un agitateur BOD Trak2 dans la bouteille
- Fermez la bouteille avec un couvercle hermétique
- Utilisez une cuillère spatule pour mettre 2 pastilles d'hydroxyde de potassium dans le couvercle hermétique
- Mettez les bouteilles sur le châssis du BOD Trak2. Connecter le tube avec la bouteille échantillon correspondante et serrez le couvercle hermétique
- Mettez l'instrument dans l'incubateur. La température devra être de 20 ± 1 °C. Et démarrez la procédure
- Détermination des résultats

Les résultats de la procédure simplifiée sont indiqués sur l'afficheur du BOD Trak. Appuyer sur la touche du canal correspondant pour afficher les résultats.



DBO mètre

5. Mesure de phosphates PO_4

Matériels

- Colorimètre DR2800
- Tube
- Réactif pour PO_4

Mode opératoire

- On pose le réactif avec l'échantillon dans le tube et on lit directement le résultat donné par la colorimétrie



Résultat de mesure de PO_4

6. Azote total

Matériels

- Colorimètre DR2800
- Tube
- Réactif pour l'azote
- Réacteur DRB200

Mode opératoire

- Activer le réacteur DRB 200 et le chauffer à 105 °C.
- A l'aide d'un entonnoir, transférer une pochette de réactif au persulfate pour azote total dans chacune des deux tubes de réactif à l'hydroxyde pour azote total.

Préparation de l'échantillon

Pipeter 2 ml de l'échantillon dans un tube.

Préparation du blanc

Pipeter 2 ml d'eau désionisée, fournie avec la trousse, dans l'autre tube.

- Boucher les tubes. Agiter vigoureusement pendant 30 secondes minimum pour obtenir une homogénéisation parfaite. Le réactif de persulfate peut ne pas être totalement dissout après l'agitation, mais ceci n'affectera pas l'exactitude des résultats.
- Placer les tubes dans le réacteur. Chauffer pendant 30 minutes exactement.
- En utilisant un doigtier, retirer immédiatement les tubes chauds du réacteur. Laisser refroidir les tubes à température ambiante.
- Retirer les capuchons des tubes ayant subi une digestion et ajouter le contenu d'une pochette de réactif A d'azote total (TN) à chaque tube.
- Boucher les tubes et agiter pendant 15 secondes.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**. Une période de réaction de 3 minutes va commencer.
- Lorsque la minuterie retentit, dévisser le capuchon des tubes et transférer le contenu d'une pochette de réactif B pour azote total dans chaque tube.
- Boucher les tubes et agiter pendant 15 secondes. Le réactif ne sera pas totalement dissout, mais ceci n'affectera pas l'exactitude des résultats. La solution va alors prendre une coloration jaune.

- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**. Une période de réaction de 2 minutes va commencer.
- Lorsque la minuterie retentit, dévisser le capuchon de deux tubes de réactif C pour azote total et transférer 2 ml de l'échantillon digéré et traité dans un tube. Introduire 2 ml du blanc digéré et traité dans la deuxième tube de réactif C pour azote total.
- Boucher les tubes et agiter les tubes dix fois pour homogénéiser. Effectuer des inversions des tubes soigneusement pour une récupération complète. Les tubes seront chauds au touché.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**. Une période de réaction de 5 minutes va commencer. La coloration jaune s'intensifie.
- Essuyer l'extérieur du blanc (tube) et l'introduire dans le compartiment de cuve ronde de 16-mm.
- Sélectionner sur l'écran : **Zéro** Indication à l'écran : 0.0 mg/L N
- Essuyer l'extérieur du tube contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve ronde de 16-mm.
- Sélectionner sur l'écran : **Mesurer** Les résultats sont indiqués en mg/L N.



Spectromètre DR2800



Réactifs pour l'azote total

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] AGENCE DE L'EAU (France) « l'assainissement de l'agglomération. Technique d'épuration actuelles et évaluation étude inter agence »Avril 1994.
- [2] AGENCES DE L'EAU & MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, L'assainissement des agglomérations : Techniques d'épuration actuelles et évolutions - Etude inter-bassins n°27, 1994, 170p.
- [3] BERRADA GOUZI M., « ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF DANS LA PROVINCE DE KENITRA », Mastère spécialisé en Management et Ingénierie des Services d'Eau et d'Assainissement, École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, 2007.
- [4] FNDAE (Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau), Document technique n°5 Bis, Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, Office International de l'Eau – SNIDE, 1^{er} édition en 1992, actualisé en 2002.
- [5] DIARD P., Etude de la biosorption du plomb et du cuivre par des boues de la station d'épuration-mise en œuvre d'un procédé de biosorption à contre-courant. Thèse de doctorat, spécialité science et technique du déchet. Institut national des sciences appliquées de Lyon, 279 p, 1996.
- [6] SILMAN S Y. & PAPA SIDY T., « étude de réhabilitation de la station d'épuration de saly portudal », projet de fin d'études d'ingénieur de conception, École Supérieure Polytechnique Centre de THIES, Université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal ,2003.
- [7] BEDIA S M., « Étude technico-économique de l'extension de la station d'épuration de la ville de Hassi R'mel par rapport à la conception d'une nouvelle station en tenant compte du taux démographique de la zone », Mémoire de Master en Hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2012.
- [8] SAADI H., « Étude des performances d'un lit bactérien classique à garnissage en pouzzolane de Beni Saf », Mémoire Master en Hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2013.
- [9] Gaid A. « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger. Paris, France, 1984.
- [10] CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. Détermination des solides en suspension totaux et volatils dans les effluents : méthode gravimétrique, MA. 115 – S.S 1.1, Rév. 2, Ministère du Développement durable, de L'environnement et des parcs du Québec, 2008, 10p.

- [11] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination de la demande biochimique en oxygène dans les effluents : méthode électro-métrique, MA. 315 – DBO 1.1, Ministère de Développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 12p.
- [12] TANDIA C., « Contrôle Et suivi De La Qualité Des Eaux Usées Protocole de Détermination Des Paramètres Physico-chimiques Et Bactériologiques », Centre Régional Pour L'eau Potable Et L'assainissement A Faible Coût, Centre collaborant de l'OMS, Ouagadougou, Burkina Faso, 2007.
- [13] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination de la demande chimique en oxygène dans les effluents : méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium, MA. 315 – DCO 1.0, Rév. 4, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 12p.
- [14] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination du phosphore total dans les effluents : digestion à l'autoclave avec persulfate, méthode colorimétrique automatisée. MA.315 – P 1.0, Rév.3, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 12p.
- [15] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination de l'azote total Kjeldahl et du phosphore total : digestion acide-méthode colorimétrique automatisée, MA. 300 – NTPT 1.1, , Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 18 p.
- [16] DJEDDI H., « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour irrigation des essences forestières urbaines », Magistère en Écologie et Environnement, Université Mentouri Constantine, 2007.
- [17] HADJOU BELAID Z., « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2013.
- [18] AKPO Y., « évaluation de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées à la station d'épuration décampèrent (Dakar) », Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, École Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, 2006.
- [19] GAÏD A., « Traitement des eaux usées urbaines », doc. C 5220, Omnium de Traitement et de Valorisation (OTV), France, 1993.
- [20] www.fndae.fr, consulté le 15-04-2014. Fonds national pour le développement des adductions des eaux
- [21] DEGREMONT., « Mémento technique de l'eau » ; deuxième édition, édition technique et document, Paris, 2007.

[22] HAOUATI E., « étude de réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djelfa », Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, École Nationale Supérieure de l'hydraulique Abdallah Arbaoui, Blida, 2005.

[23] <http://www.oieau.org>. Consulté le 11-03-2014.

[24] Manuel de la station unité 90.

[25] Journal officiel de la république algérienne N° 26. 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.

[26] HAOUATI E., « étude de réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djelfa », Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, École Nationale Supérieure de l'hydraulique Abdallah Arbaoui, Blida, 2005.

[27] BOUASSBA F., « étude et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux Usées de l'agglomération urbaine de sfisef (willaya de sidi bel abbasse », Mém. Master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2013.

[28] SADOWSK A G., « méthode de calcul d'une filière de traitement 'boues activées très faible charge -nitrification et dénitrification traitement déphosphore », laboratoire SHUENGEES, 2002.

[29] CLAUDE G., « le traitement de l'eau pour l'ingénieur », nouvelle édition ellipse, France, 2010.