



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de d'ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIENNELLE

THEME :

CONCEPTION D'UNE UNITÉ DE TRAITEMENT DES EAUX
USÉES D'UNE INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE SARL
AMIDOR W DE-MOSTAGANEM

Présenté par :

Mr. MEBROUKA SALHEDDINE TAHA

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mme DJOUDAR HALLAL Dahbia	M.C.A	Présidente
Mme SADOUNE Samra	M.C.B	Membre
Mr. KOLIAI Djafar	Associé	Membre
Mme TAFAT Leila	M.A.A	Promotrice

Session Septembre 2020

Dédicace :

Du fond du cœur, je dédie cette thèse en signe d'amour, de respect et de reconnaissance :

A mes chers parents :

Pour leur soutien, patience et leurs sacrifices durant mes études et durant ce projet. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferais toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir que dieu le tout puissant, vous préserve, vous accorde santé, bonheur et vous protège de tout mal.(Zine AL-Abidine-Ammour)

A mes amis de toujours :

La liste est longue et je ne peux pas citer tous mais au fond de mon cœur je voudrai dire merci d'être dans ma vie pour le soutien je vous aime tous également !

MEBROUKA SALHEDDINE TAHA

Remerciements :

- *Je remercie mon dieu qui m'a donné la force et la sagesse pour achever ce travail*
- *Je tiens à remercier profondément ma promotrice madame **TAFAT Leila**, pour sa compréhension, son encouragement et ses orientations accordés tout au long de ce travail.*
- *Je tiens à présenter ma reconnaissance et mes remerciements à ma madame **BENCHIKH IBTIHEL** chef de station au niveau de AMIDOR, pour le temps consacré à la lecture, les conseils et l'orientation qui ont rythmé les différentes étapes de mon mémoire*

Je tiens à remercier du fond du cœur aussi :

- *L'ensemble du personnel et enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), qui ont veillé à ma formation.*
- *J'adresse également mes sincères remerciements et mon profond respect aux membres de jury, qui m'on fera l'honneur d'apprécier mon travail.*

MEBROUKA SALHEDDINE TAHA

ملخص :

يعتبر مجال معالجة مياه الصرف الصحي حاليًا من أهم المجالات ، نظرًا لخطر تصريف هذه المياه مباشرة إلى الطبيعة. أصبح من الضروري إنشاء محطات معالجة خاصة للمصانع التي تعتبر أكبر ملوثات البيئة. ناقشنا في هذا الملخص الملوثات التي تحتويها وكيفية معالجتها من خلال إنشاء محطة معالجة على مستوى المصنع وكيفية تشغيلها من أجل الحصول على إطلاقات بالمواصفات الجزائرية وتجنب مخاطر رميها مباشرة في الطبيعة.

الكلمات المفتاحية :

الملوثات- المواصفات الجزائرية- معالجة مياه- الصرف الصحي

Résumé :

Le domaine du traitement des eaux usées est considéré actuellement comme l'un des domaines les plus importants, en raison du danger de rejet direct de cette eau dans la nature. Il est devenu nécessaire de créer des stations d'épuration, notamment pour les usines, qui sont les plus gros polluants de l'environnement. Dans cette mémoire on a discuté sur les polluants qu'ils contiennent, et de la manière de les traiter à travers la mise en place d'une station d'épuration au niveau de l'usine et comment la faire fonctionner afin d'obtenir des rejets dans les normes algériennes et éviter le risque de la jeter directement dans la nature

Les mots clés :

Polluants – les normes Algériennes - Traitement des eaux - Eaux usées

Abstract:

The field of wastewater treatment is currently considered as one of the most important fields, due to the danger of this water being discharged directly into nature. Therefore, it has become necessary to create treatment plants, especially for factories, which are the biggest pollutants of the environment. In this study, we discussed the pollutants they contain, and how to treat them through the establishment of a treatment plant at the plant level and how to operate it in order to obtain releases in Algerian standards and avoid the risk of throwing it directly into nature.

keywords :

Pollutants - Algerian specifications - Water treatment - Wastewater

SOMMAIRE

Introduction Générale	(01)
-----------------------------	------

Chapitre I: Généralité sur les eaux usées

1.Introduction.....	(03)
2. Généralités sur les eaux usées	(03)
2.1. Introduction.....	(03)
2.2. Les différents types des eaux usées	(03)
2.3. Composition des eaux usées	(04)
3. Pollution de l'eau	(07)
3.1. L'origine de la pollution.....	(07)
4. Les types de la pollution.....	(08)
4.1. Pollution physique.....	(08)
4.2 Pollution mécanique.....	(08)
4.3. Pollution thermique.....	(08)
4.4. Pollution radioactive.....	(08)
4.5. Pollution chimique.....	(08)
4.7 Pollution Organique.....	(08)
4.8 Pollution minérale.....	(09)
4.9 Pollution microbiologique.....	(10)
5. Caractéristiques des eaux usées	(11)
5.1. Caractéristiques physiques.....	(11)
5.2. Caractéristiques chimiques.....	(12)
5.3. Caractéristiques microbiologique.....	(14)
CONCLUSION.....	(14)

Chapitre II : Présentation de l'industrie

Introduction.....	(17)
1. Présentation de la région d'étude	(17)
1.1. La zone industrielle de fornaka.....	(17)
1.2. Les différents industries existants.....	(18)
1.3. Fiche thechnique.....	(18)

2. Activité de l'usine	(19)
3. Définition de l'amidon de maïs	(19)
4. Transformation de maïs en amidon	(19)
5. Description général des processus	(22)
5.1. Production de l'amidon	(20)
5.2. Le Bût de trempage	(20)
6. L'amidon dans les industrie alimentaire	(23)
7. Les méthode de modification de l'amidon natif	(23)
8. Créters des grains de maïs	(23)
9. Conclusion	(24)

Chapitre III : traitement de rejet brute au niveau de la station

Introduction	(26)
1. Industrie agroalimentaire	(27)
1.1. L'industrie de l'amidon	(27)
1.2. Description de rejet brute de la maïserie de AMIDOR	(27)
2- Traitement préliminaire	(28)
3. Traitement physico-chimique	(29)
4. Traitement biologique	(31)
4.2. Procédé à boues activées aérobie	(32)
4.3. Lits bactériens	(32)
4.4. Procédés anaérobies	(32)
4.5. Le digesteur anaérobie à flux ascendant (UASB)	(33)
4.6. Zone d'anoxie	(34)
5. Clarification	(37)
5.2. Traitements tertiaires ou complémentaires	(38)
6. Filière de traitement des boues	(38)
Conclusion	(39)

Chapitre IV : Dimensionnement

1.Introduction.....	(41)
2.Bulletin d'analyse de rejet brute.....	(41)
2.2. Les normes des rejets en Algérie.....	(42)
3.Biodégradabilité et la nature de rejet	(42)
4.Calcul de base pour le dimensionnement.....	(42)
5. Dimensionnement des ouvrages de la station.....	(44)
5.1 Le prétraitement	(44)
5.2. Le traitement primaire (physique–chimique).....	(48)
5.5. Traitement biologique	(56)
5.6. Bilan des boues	(61)
5.8. Traitement tertiaire.....	(64)
6. Conclusion	(66)

Chapitre V : calcul hydraulique

1.Introduction.....	(68)
Remarque	(68)
2.Relevage	(68)
2.1. Le volume du bassin	(68)
2.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	(68)
2.3. Calcul de la hauteur manométrique de la pompe	(69)
2.4. Choix de la pompe	(70)
3.Profile hydraulique	(70)
3.1. Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages.....	(71)
3.2. Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages	(71)
Conclusion	(74)

Chapitre VI : Gestion et exploitation

1.Introduction.....	(76)
2. Relevage des compteur et observation	(76)
3. Relevage des effluent	(77)
4. Dégrillage (prétraitement)	(78)
5. Boues activé (traitement biologique)	(79)

6. Aération des boues (traitement biologique).....	(79)
7. Décantation des boues (traitement biologique).....	(80)
8. Recirculation des boues	(81)
9. Extraction des boues	(82)
10. Lit bactérienne	(83)
11. Hygiène et sécurité	(83)
12. Les équipement électromécaniques	(86)
Conclusion	(87)
Conclusion général	(89)
Les références bibliographiques	

Listes des tableaux

Chapitre III

Tableau 01 : rejet des analyses de rejet brute de l'amidonnerie.....(38)

Chapitre IV

Tableau 01 : les analyse physico-chimique des rejet brute(41)

Tableau 02 : les normes algériennes des rejets industriel.....(42)

Tableau 03: Espacement et épaisseurs des barreaux.(44)

Tableau 04: les valeurs de β(46)

Tableau 05 : les résultats de dimensionnement de dégrilleur.....(48)

Tableau06: les résultats de dimensionnement du bassin de coagulation
floculation.....(51)

Tableau 07 : récapitulatif pour les résultats de dimensionnement de digesteur...(54)

Tableau08 : Les résultats de dimensionnement de décanteur primaire(56)

Tableau 09 : classement des réacteurs biologiques selon leur rendement et leurs
charges(57)

Tableau10 : récapitulatif des résultats trouvé pour le calcul des bilans des
boues.....(63)

Tableau 11: récapitulatif des résultats trouvé pour le calcul de décanteur
secondaire.....(64)

Tableau12 : récapitulatif des résultats trouvé pour le calcul de
l'épaisseurs.....(65)

Chapitre V

Tableau 01 : Les valeurs de K , m et β (69)

Tableau 02 cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents
ouvrages(70)

Tableau03 longueurs théoriques supposées des conduites entre les ouvrages ..(71)

Listes des figures

Chapitre II

Figure 1: situation de l'usine dans la zone industriel de Fornaka(17)

Figure 2: Carte Géologique de la région d'étude.....(23)

Figure 3 carte de zonage sismique du territoire national.....(24)

Figure 4 Schéma de traitement du maïs par voie humide.....(25)

Figure 5 : schéma d'organigramme général de l'usine(25)

Chapitre III

Figure 1 Schéma montre le principe de fonctionnement d'un flotteur.....(31)

Figure 2 Procédé avec zone anoxique en tête.....(37)

Listes des planches

Planche n 01 : Vue en plan de la station

Planche n 02 : Profil Hydraulique

Planche n 03 : Ouvrages de la station

Introduction générale

Introduction général

Parallèlement, avec l'accroissement de la population et l'accélération du développement technique et industriel, les besoins en eau (eaux de surfaces et souterraines) ont considérablement augmenté conduisant à des pressions sur cette ressource. Malgré le développement des techniques de traitements et de recyclage des eaux usées, ainsi que les procédés de dessalement de l'eau de mer, on remarque en même temps une extension des causes de pollutions massives et variées, avec toutes les conséquences sur la qualité de l'environnement.

Leonard de Vinci a dit : « *L'eau est la force motrice de toute la nature* ».

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations : les écosystèmes et la santé des personnes sont directement impactés. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses : industrielle, domestique ou agricole. Le maïs comme matière première et l'amidon comme produit finis représentent eux aussi des risques sanitaires. L'amidon est un glucide complexe de réserve, pour les végétaux supérieurs. L'amidon est une des ressources caloriques principales pour l'espèce humaine, car il est le constituant principal des céréales.

L'objectif essentiel de notre contribution consiste à dimensionner une station de traitements des eaux usées brutes rejetées par la maïserie de Fornaka dans le but d'avoir un rejet dans les normes algériennes et proposer par la suite les solutions convenables.

Ce travail a été réalisé au niveau de l'usine de la maïserie AMIDOR à la ville de Fornaka.

Notre travail est constitué de 06 chapitres, ainsi qu'une introduction et conclusion générale

Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique générale sur l'origine des eaux usée industriel

Le deuxième chapitre de ce mémoire intitulé : présentation de l'usine

Le troisième chapitre est intitulé : traitement de rejet brut au niveau de la station

Le quatrième chapitre il s'agira du dimensionnement de la station d'épuration

Le cinquième chapitre de ce mémoire intitulé calcule hydraulique qui présente le calcul hydraulique des conduites existantes dans la station d'épuration.

Le seizième chapitre de ce mémoire intitulé : gestion et exploitation

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

1. INTRODUCTION

S'assurer de la pureté et de la potabilité d'une eau représente un défi pour le monde entier.

L'eau contaminée par des produits chimiques ou des micro-organismes peuvent nuire à la santé. Cependant, bien qu'une eau soit conforme aux normes, cela ne signifie pas pour autant qu'elle soit indemne de ces substances, mais que leur teneur est assez faible. [01]

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques.

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin. [02]

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population

2. Généralités sur les eaux usées

2.1. Introduction

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Elles constituent donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel. [03]

2.2. Les différents types des eaux usées

On distingue 3 types des eaux usées :

2.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales).

Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses. [04]

2.2.2. Les eaux pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. [05]

2.2.3. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme.

Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications.

Les liquides résiduaires sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux. [06]

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement, [03]

- Ils sont directement rejetés dans le réseau domestique,
- Ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique,
- Ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

2.3. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées, est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques et les substances nutritives. [03]

La DBO5 est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées, elle dépend de :

L'activité humaine et la nature des effluents industriels éventuellement rejetés dans le réseau urbain.

La composition des eaux d'alimentation en eau potable, et la nature des matériaux des canalisations d'eau.

2.4. Les matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures. [07]

2.5. Les micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées.

Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes. [03]

2.5.1. Éléments traces

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/L}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) Sont présents à l'état de traces. [08]

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments. [07]

2.5.2. Les micropolluants organiques

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité.

Ils peuvent provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore. [09]

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées : Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophénols avec une concentration de l'ordre de 1 à 10µg/L dans les effluents.

Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur.

En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées.

Les pesticides sont les éléments traces les plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines. [03]

2.5.3. Les substances nutritives

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. [07]

2.5.4. L'azote

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O₂) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH₄⁺). [10]

La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes :

- N organique à NH₄⁺ : Ammonification,

- NH_4^+ , NO_2^- : Nitrification par Nitrosomonas, NO_2^- , NO_3^- : Nitrification par Nitrobacter. [11]

2.5.5. Le phosphore

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/L (soit 15 à 35 mg/L en P_2O_5). Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement. Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation ; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore. [12]

2.5.6. Le potassium (K^+)

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/L (12 à 36 mg/L de K_2O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins.

2.5.7. Chlore et sodium

Leur origine est :

- Naturelle (mer : 27 g/L NaCl, et terrains salés),
- Humaine (10 à 15 g/L NaCl dans les urines/j),
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire).

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres

3. Pollution de l'eau

3.1. L'origine de la pollution

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc. [13]

3.2. Les types de la pollution

3.2.1. Pollution physique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [03]

3.2.2. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES. [14]

3.2.3 Pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.) ; l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution. [14]

3.2.4. Pollution radioactive

La pollution des eaux par des substances radioactives pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements.

3.2.5. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

- ***Organique** (hydrocarbures, pesticides, détergents.).
- ***Minérale** (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

3.2.5.1. Pollution Organique

C'est les effluents chargés de matières organiques biodégradables, fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

A/ Les détergents

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont :

- L'apparition de goût de savon,
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle,
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau,

A/ Les pesticides

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel.

C/ Les hydrocarbures

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère. [15]

3.2.5.2. Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs. [16]

A/ Les métaux lourds

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. [17]

B/ Les éléments minéraux nutritifs

Ceux sont les Nitrates et les phosphates provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques [16], il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation

c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

3.6. Pollution microbiologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales.

Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [03]

3.6.1. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement soit chez un individu infecté accidentellement.

L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas.

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rota-virus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A. [12]

3.2.6.2. 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. [12]

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont 10^5 porteuse et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridium. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau se sont les coliformes thermo tolérants.

3.2.6.3. Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées [03].

4. Caractéristiques des eaux usées

4.1. Caractéristiques physiques

4.1.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau. [18]

4.1.2. Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

4.1.3. Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale. [19]

4.1.4. Matières en suspension (MES)

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau.

4.1.5. Matières décantables

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules.

Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 mm et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

4.2. Caractéristiques chimiques

4.2.1. PH

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau.

4.2.2. Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux microorganismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

4.2.3. Demande biologique en oxygène (DBO5)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu.

Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées. [09]

4.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plupart des composés organiques (détergents, matières fécales).

4.2.5. Carbone organique total (COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO. [20]

4.2.6. Azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄.

Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux.

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH₃ et l'ammonium NH₄⁺, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température.

L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène. [20]

4.2.7. Nitrites (NO₂-)

Les ions nitrites (NO₂-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH₄⁺) et les ions Nitrates (NO₃⁻). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites.

Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification.

Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température. [18]

4.2.8. Nitrates (NO₃-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates. [18]

4.3. Caractéristiques microbiologique

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux. [03]

Conclusion

L'eau est incolore, inodore et sans saveur, de valeur nutritive à peu près nulle, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. L'organisme humain peut vivre pendant près d'un mois sans manger mais ne peut survivre que quelques jours sans boire.

L'eau potable est une eau qui est apte à être consommée par l'être humain, cette dernière peut contenir des substances polluantes. C'est pourquoi, elle a besoin d'être protégée, traitée et économisée.

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels.

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration

**Chapitre II :Présentation
de l'industrie**

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter la commune de Fornaka, en indiquant sa situation géographique par rapport la Wilaya de Mostaganem, et aussi une fiche technique de l'usine ces activité ; l'étape de production ; les critères de choix de la matière primaire

1. Présentation de la région d'étude**1.1. La zone industrielle de fornaka**

Fornaka :est une commune côtière de la wilaya de Mostaganem .elle est située à 27 km de Mostaganem et à 60 km d'Oran.

La commune de Fornaka s'étend sur une superficie totale de 47 Km2.

La zone industrielle de Fornaka est divisée en deux parties :

- Fornaka01 occupe une superficie de 31.52ha
- Fornaka02 occupe une superficie de 74.20ha

Les coordonnées géographiques de l'usine X:35.7439884/Y :-0.0378349



Figure01 : situation de l'usine dans la zone industrielle de Fornara

1.2. Les différentes industries existantes

Les différentes unités industrielles constituant la zone industrielle de Fornaka01, dont essentiellement la Maïserie du AMIDOR, ADWAN CHEMICALS considérées comme étant des unités polluantes ...etc.

1.3. Fiche technique

Raison Sociale : Filiale Maïserie,

Forme juridique : SARL AMIDOR,

Adresse du Siège Social : zone industrielle Fornaka Mostaganem (27) Algérie,

- Limite géographique :
 - Au Sud : SARL BETCHIM
 - A l'Est : industrie de tuyauterie
 - A l'Ouest : COSIDER,
 - Au Nord : ANABIB MOSTA,
- Téléphone/Fax : +21345370011,
- Email : sarlamidor@gmail.com,
- Statut Juridique : SARL,
- Année de mise en exploitation : 2011,
- Année de privatisation : en juin 2013,
- Activités : Production et commercialisation des produits dérivés du maïs (amidon, Fibres de maïs, Protéines de maïs, Germes de maïs),
- Capacité nominales : Trituration du maïs : 200 t/j,
- Capacité actuelle : 100 t/j,
- Produits principaux :
 - ✓ Amidon,
 - ✓ Fibres de maïs
 - ✓ Fourrages et céréales pour animaux
- Lieu de vente : National.
- La matière première : Mais,

2. Activité de l'usine

L'entreprise de AMIDOR développe une activité industrielle. Le complexe est doté d'une technologie de transformation de maïs par voie humide. Il produit de l'amidon, Fibres de maïs, Protéines de maïs, Germes de maïs.

Cette usine est devenue la seule au niveau national après l'arrêt de l'usine de Méteji à Tlemcen.

3. Définition de l'amidon de maïs :

L'amidon de maïs est le glucide complexe contenu dans la fécule de maïs appelée dans le commerce Maïzena. Il est le principal constituant du grain de maïs (89 %). L'amidon de maïs est insoluble dans l'eau, tout comme l'amidon de blé, de pomme de terre ou de tapioca. Il est seulement en suspension dans l'eau froide et se dépose si l'on cesse de remuer les grains d'amidon. Il forme une solution colloïdale (une suspension homogène) à 70 °C qui épaissit pour donner un gel appelé empois d'amidon. Chaque grain se gonfle d'eau jusqu'à augmenter 30 fois son volume. Une propriété physique très importante que l'on exploite.

La fécule de maïs se présente sous la forme d'une poudre blanche très fine, extraite de l'amidon du maïs.

4. Transformation de maïs en amidon

L'amidonnerie est un processus industriel qui consiste à extraire l'amidon de divers produits végétaux, principalement de grain de céréales (maïs, blé, riz).

Pour en extraire l'amidon, les grains de maïs vont subir un procédé de broyage par voie humide puis une séparation de l'amidon par centrifugation.

À noter toutefois que les procédés de fabrication sont spécifiques à chaque plante et que les outils industriels sont dédiés à une matière première (blé, maïs ou pomme de terre). L'amidon ainsi extrait sous sa forme la plus pure, sera soit valorisé tel quel après séchage on parlera d'amidon natif, soit envoyé dans de multiples « ateliers » où il subira diverses transformations visant à en améliorer les performances (« amidons modifiés ») ou à obtenir les sirops de glucose. [21]

5. Description générale du processus

5.1. Production de l'amidon

- Réception de maïs au niveau du silo (le maïs acheté est transporté par des camions de 25-30 tonnes puis stocké dans des silos (2 silos), la capacité de chaque silo est 1000 tonnes),
- Nettoyage de maïs par des tamis (la séparation de briseur et de coque et de maïs nettoyé). La coque et le briseur sont conditionnés pour la commercialisation,
- Transport de maïs nettoyé au niveau des cuves de trempage (transport hydraulique par l'eau de procédé),
- Trempage de maïs par l'eau soufrée (le maïs nettoyé mélangé avec l'eau soufrée dans des bacs de 135 m³ on 9 bacs de trempage, la durée du trempage entre (48 heures et 72 heures) pour avoir une humidité de 37% à 40% à température entre 50°C et 52°C.

5.2. Le Bût de trempage

- Le grain de maïs doit être trempé de telle façon que le germe est facilement détaché, sans blessure lors de broyage grossière dans le dégermeur.
- Elle est nécessaire aussi pour faciliter la séparation ultérieure entre l'amidon et le gluten.
- Les matières solubles surtout les sels minéraux et les protéines, sont solubilisés dans l'eau de trempage pour réduire les proportions des protéines dans l'amidon. Cette eau de trempage est prise pour l'usage biologique.
- Broyage de maïs trempé : Broyage grossières : au cours du broyage le maïs va se couper en deux sans casser les germes. Le maïs doit être trempé dans des conditions optimales pour pouvoir être égermé de façon adéquate il ne suffit pas que les germes soient mouillés mais ils doivent être trempés pour qu'ils créés une élasticité et ils peuvent être brisé.
- Dé-germination : la séparation des germes par pression dans des cuves pyramides (on deux séparation, la première séparation se fait sur trois cuves et la deuxième séparation sur trois cuves), elle permet de couper le grain de maïs on deux et de libérer le germe sans le blessé. Les germes sont lavés par l'eau de procédé puis séchés pour obtenir des germes qu'on peut conditionner et commercialiser.

- Après l'élimination de germe, le reste comme : la semoule, le gluten, l'amidon sont écrasés par des broyeurs spécifiques (broyage fin), après on passe ces produits dans des tamiseurs pour séparer le Son (pelure / semoule).
- La semoule sera lavée, déshydratée puis séchée pour être conditionnée puis commercialisée en fourrage (cette substance destinée pour l'alimentation animale ou dans les industries après des traitements complémentaires).
- Le reste c'est-à-dire l'amidon et le gluten sont séparés par centrifugation (dans un séparateur par centrifugation) cette opération va donner le lait du gluten et le lait d'amidon.
 - Le lait de gluten est frotté puis concentré dans un concentrateur ensuite déshydraté puis séché pour enfin avoir du gluten qu'on va conditionner et par la suite commercialiser.
 - Le lait d'amidon est raffiné par de l'eau fraîche dans un hydrocyclone puis déshydraté et séché ce processus va donner de l'amidon prêt au conditionnement et à la commercialisation. Cet amidon peut être aussi transformé soit par voie sèche pour donner la dextrine, soit par voie hydrolysée pour donner la glucoserie

6. Données Générales Géologiques

La région d'étude fait partie du bassin versant du Chéelif codifié 01 et Dahra codifié 03 par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques qui sont jalonnés par une succession de plaines et de plateaux peu élevés. Ce dernier s'allonge d'Est en Ouest, il comprend trois types de classes d'altitude que l'on peut schématiquement définir par leurs caractères hypsométriques. Les collines représentant une altitude moyenne de 500 à 700 m, les plateaux s'étageant entre 100 et 200 m, et les plaines s'étalant entre 0 et 200 m. Les trois ensembles que l'on peut observer concernent la région d'étude sont :

6.1 Les collines « les monts du Dahra »

Elles résultent du plissement des dépôts du Néogène du bassin du bas-Chéelif au cours du pléistocène, cette orogénèse tardive a permis, malgré la grande plasticité du matériel Néogène, la formation des reliefs. Cette Zone montagneuse particulièrement développée à l'Est vient s'accoler au massif crétacé du Dahra pour former un même ensemble orographique dont l'altitude ne dépasse guère les 664m (BNEDER, 1996).

6.2 Les plateaux « le plateau de Achaâcha et le plateau de Mostaganem »

La transgression calabrienne, en mordant plus ou moins profondément sur le bassin du bas Chélif a déposé des formations gréseuses qui forment une succession de grands entablements parmi lesquels on peut individualiser le plateau de Mostaganem.

6.3 Les plaines « plaine de Bordjias et plaine de chélif »

6.3.1 La plaine des Bordjias

Constitue la partie Nord-Est de la zone d'effondrement de la Mactaâ, elle est limitée au Nord par le plateau de Mostaganem qui la surplombe topographiquement, au Nord-Ouest par les collines de Fornaka et les forêts de la Mactaâ qui la séparent de la plaine du golfe d'Arzew, au sud par le canal Tinn qui forme la limite entre la plaine et les terres marécageuses et salées de l'Habra. La zone des Bordjias est menacée par le phénomène d'hydromorphie.

6.3.2 La vallée du chélif

La vallée du Chélif fait partie de la plaine du Chélif qui constitue dans sa partie orientale une étroite bande d'une dizaine de kilomètres de largeur que draine le Chélif depuis la wilaya de chlef jusqu'à son confluent avec l'oued Mina. Toute cette plaine est drainée par l'oued Chélif et ses affluents. Il semble que dans certains épisodes du comblement récent, les plaines du bas Chélif étaient un vaste marécage où se sont déposées les argiles fines. Cette esquisse situe approximativement les grandes unités géographiques de la région d'étude dont nous allons maintenant résumer la géologie. Nous ajouterons une unité qui est le cordon littoral. Les cinq unités sont respectivement, le plateau de Mostaganem, la vallée du Chélif, la plaine du Bordjias, les monts du Dahra et le cordon littoral.

6.4 Géologie des cinq unités géomorphologiques

La carte géologique du territoire de la wilaya de Mostaganem illustrée dans la figure 04 a été obtenue par numérisation la carte géologique au 1/200000, sous l'outil SIG Arcgis10 dont dispose le laboratoire ISTHME. Nous présentons dans ce qui suit la géologie des six unités géomorphologiques.

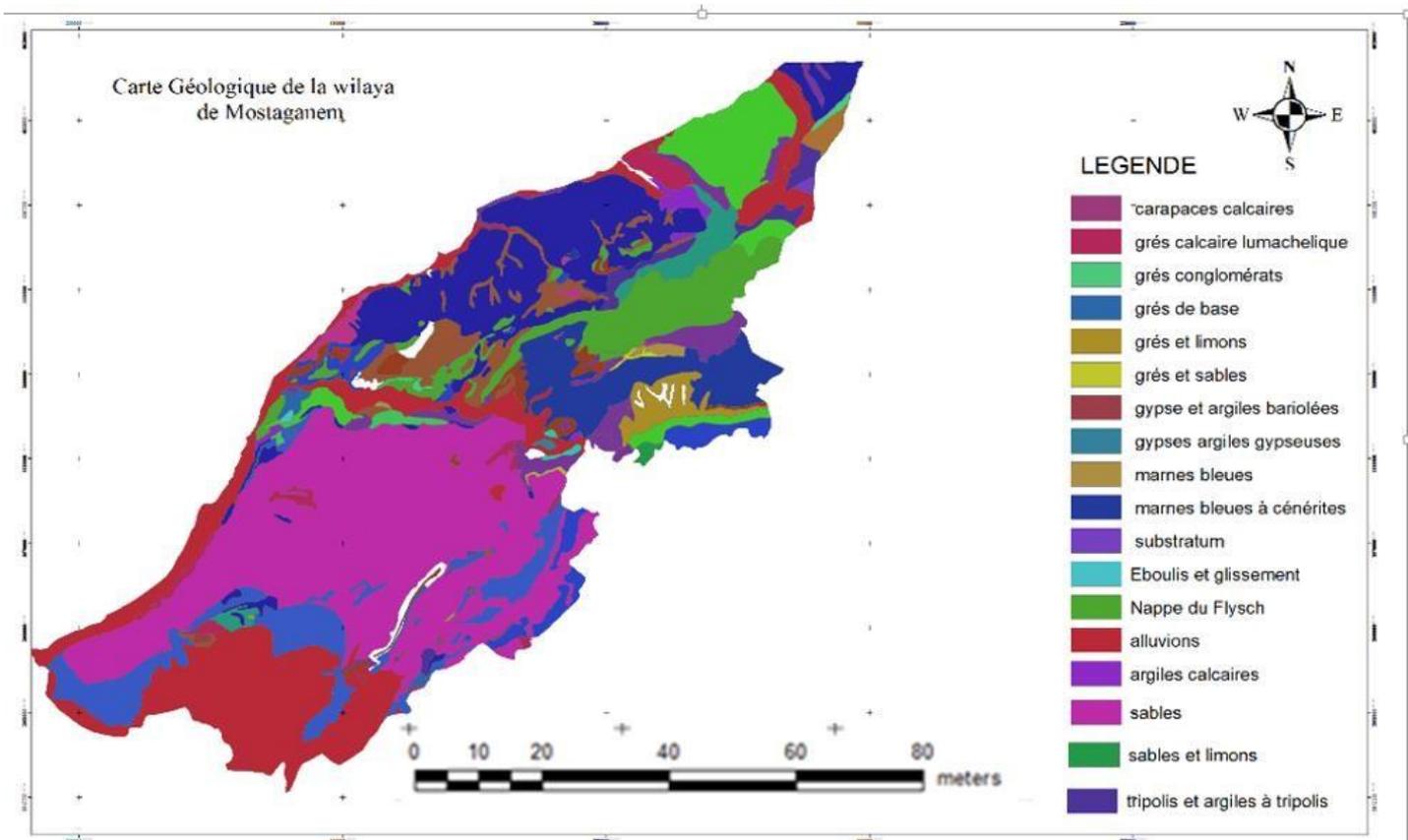


Figure 02: Carte Géologique de la région d'étude (numérisation la carte géologique sous l'outil SIG Arcgis10 dont dispose le laboratoire ISTHME.)

6.4.1 Le plateau de Mostaganem

Il s'abaisse régulièrement vers l'ouest, sur la plaine d'El Habra et le golfe d'Arzew. Il surplombe régulièrement la mer et le bas Chélif par une falaise de 150 à 200 m au Nord et au nord-ouest. Il est bordé au Sud-Est par une ligne de relief jalonnée par les forêts d'Enarro et de l'Akboub qui le séparent de la plaine de Relizane. Le plateau ne présente un aspect tabulaire que dans sa région centrale. Ailleurs, il est affecté de nombreuses ondulations orientées Nord-Est, Sud-Ouest qui délimitent des cuvettes à fond parfois marécageux.

Deux types de formations affleurent sur la carte, les formations allochtones et les formations autochtones qui constituent la majeure partie du plateau.

- a) Les formations allochtones : Ce sont les terrains les plus anciens. On peut définir deux types d'allochtones, les diapirisme et les nappes de charriage.
- b) Les formations autochtones : Ce sont les terrains post nappe le plus ancien est le Miocène qui affleurent très largement sur la carte.

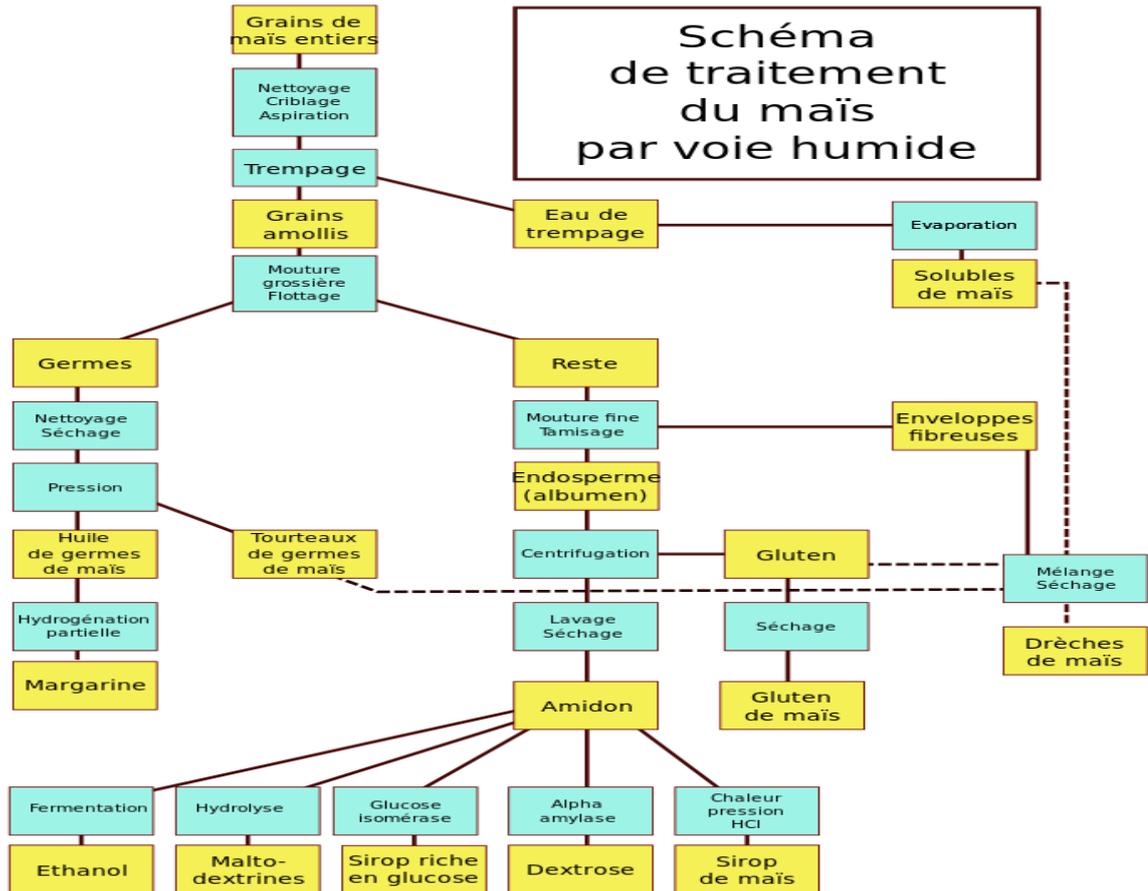


Figure 4 Schéma de traitement du maïs par voie humide

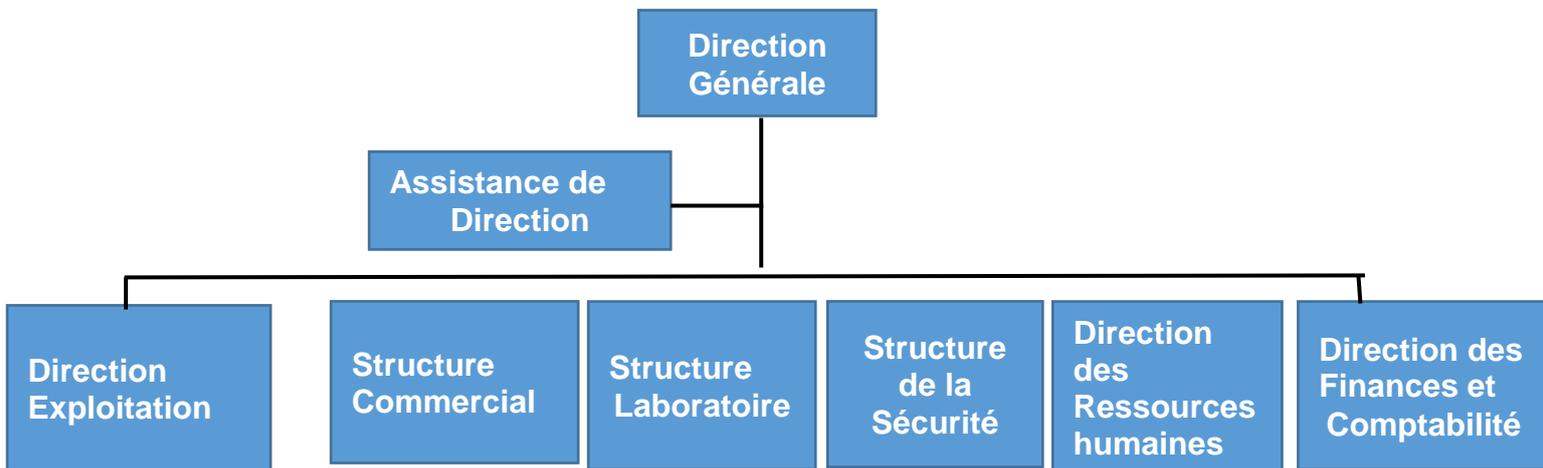


Figure 5 : schéma d'organigramme général de l'usine

8. L'amidon dans l'industrie alimentaire

L'industrie agroalimentaire, très exigeante en termes de qualité et de traçabilité, est également un client majeur pour les amidonniers. L'amidon fait partie intégrante du marché des ingrédients alimentaires et est caractérisé par sa nature complexe. L'amidon est utilisé dans de nombreuses applications alimentaires. Sous sa forme native, l'amidon est utilisé comme épaississant et comme liant.

9. Les méthodes de modification de l'amidon natif

L'amidon peut aussi être modifié selon différentes voies pour lui donner de nouvelles fonctions. La modification physique ou chimique de l'amidon affecte sa viscosité et donc sa stabilité au pH et à la chaleur. Il peut être hydrolysé en dérivés par voie enzymatique ou chimique (dégradation acide), peut être aussi pré-gélatinisé pour lui assurer une meilleure dissolution au cours de la fabrication d'un produit et pour son utilisation dans les produits froids. La taille des granules de nombreux amidons contribue à sa viscosité, à la vitesse de gélatinisation et à la température de gélatinisation. Plus la granule d'amidon est grosse, plus la viscosité devient importante. [22]

10. Critères des grains de maïs pour un meilleur rendement en amidon

Les grains de maïs livrés à l'industrie amidonnière sont transformés en amidon. Parmi les critères de qualité de la matière première qui interviennent dans le rendement final en amidon, on distingue :

- Une teneur du grain en amidon élevée. En effet, plus la teneur en amidon, est élevée.
- Une grande qualité intrinsèque de l'amidon. Ce qui est recherché, c'est un amidon présentant une granulométrie régulière au séchage et des performances constantes en modification.
- Un bon niveau de viscosité en solution est également requis. [21]

Conclusion

Dans ce chapitre on en vue que la région de Fornaka est la plus grande région industrielle de la wilaya de Mostaganem qui contient beaucoup des activités industrielles agroalimentaire chimique et aussi travaux publics donc les eaux usées sont trop chargées matière polluant qui nécessite un traitement avant de rejeter au milieu naturel.

Chapitre III Traitement de rejet
brute au niveau de la station

Introduction

Le traitement des eaux usées industrielles décrit les procédés utilisés pour traiter les eaux usées produites par les industries en tant que sous-produits indésirables. Après traitement, les eaux usées industrielles traitées peuvent être réutilisées ou rejetées dans un égout sanitaire ou une eau de surface dans l'environnement.

La plupart des industries produisent des eaux usées. Les tendances récentes ont été de minimiser une telle production ou de recycler les eaux usées traitées dans le processus de production.

1. Industrie agroalimentaire

Les eaux usées générées par les exploitations agricoles et alimentaires présentent des caractéristiques particulières qui les distinguent des eaux usées municipales communes ;elles sont biodégradables et non toxiques, mais présentent une forte concentration de demande biologique en oxygène (DBO) et solides en suspension (SS). Les composants des eaux usées alimentaires et agricoles sont souvent complexes à prévoir en raison des différences de DBO et de pH dans les effluents de légumes, de fruits et de produits carnés et du caractère saisonnier de la transformation et de la post-récolte des aliments.

La transformation des aliments à partir de matières premières nécessite de grandes quantités d'eau de haute qualité. Le lavage des légumes produit des eaux riches en particules et en matière organique dissoute. Il peut également contenir des tensioactifs.

L'abattage et le traitement des animaux produisent des déchets organiques très puissants provenant des fluides corporels, tels que le sang et le contenu des intestins. Ces eaux usées sont fréquemment contaminées par des niveaux importants d'antibiotiques et d'hormones de croissance provenant des animaux et par divers pesticides utilisés pour lutter contre les parasites externes.

La transformation des aliments destinés à la vente produit des déchets générés par la cuisson qui sont souvent riches en matières organiques végétales et peuvent également contenir du sel, des arômes, des matières colorantes et des acides ou des alcalis. Des quantités très importantes d'huile ou de graisses peuvent également être présentes.

Les activités de transformation des aliments telles que le nettoyage des installations, le transport des matériaux, la mise en bouteille et le lavage des produits créent des eaux usées. De nombreuses installations de transformation des aliments nécessitent un traitement sur place avant que les eaux usées opérationnelles puissent être appliquées sur les terres ou rejetées dans une voie navigable ou un réseau d'égouts. Des niveaux élevés de particules en suspension de particules organiques augmentent la demande biochimique en oxygène (DBO), ce qui peut entraîner des frais supplémentaires importants pour les égouts. La sédimentation, le criblage en coin ou la filtration sur courroie rotative sont des méthodes couramment utilisées pour réduire la charge de matières organiques en suspension avant le rejet.

1.1. L'industrie de l'amidon

Les féculeries extraient l'amidon des tubercules de manioc et pommes de terre, les amidonneries par voie humide l'extraient surtout des céréales plus riches (blé, maïs, riz). Dans ce dernier cas, la pollution provient de l'évaporation des eaux et est constituée d'acides organiques volatils. Une pollution notable en protéines solubles peut aussi provenir de l'atelier de glucoserie s'il existe.

Caractéristiques effluents :

- Taux élevé en matières organiques, facilement biodégradables ;
- Augmentation des niveaux de **DCO** et **DBO** par l'hydrolyse et la fermentation entre autres des sucres réduits, des acides volatils et des aldéhydes.
- Présence d'azote, urée et ammoniac, due aux composés générés par la dégradation des protéines

1.2. Description de rejet brute de la maïserie de AMIDOR

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes :

- Débit horaire : 60 m³/h
- Débit journalier : 1440 m³/j
- Temps de travail : 24 h
- Température moyenne de l'eau : 30 °C

Bulletin de rejet brute :

Tableau 01 : rejet des analyses de rejet brute de l'amidonnerie (SAFI LAB
laboratoire d'analyse de la qualité)

N	Paramètre	Résultats	REF/Méthode
1	Température à l'analyse	15.1 C	Multi paramètre
2	PH	3.67	Ph mètre
3	MES	120mg/l	NFT 90-105
4	Azote Kjeldahl	749mg/l	NFT 90-110
5	DCO	20030mg/l	NFT 90-101
6	DBO5	15310mg/l	NFT 90-103
7	Huiles et Graisses	40mg/l	Extraction liquide liquide

Biodégradabilité et la nature de rejet :

Pour calculer le coefficient de biodégradabilité on doit calculer le rapport

(DCO/DBO₅) comme suivant :

$$\frac{DCO}{DBO} = \frac{20030}{15310} = 1.31$$

DCO/DBO ₅ = 1.31

La valeur ci-dessus fait ressortir que le rapport (DCO/DBO₅) est inférieur à 2 ce qui montre que on a une pollution essentiellement organique et facilement dégradable ; une tendance générale à l'acidification et à la fermentation.

Voici les procédés de traitement à partir de l'entrée brute jusqu'à la sortie traitée :

2. Traitement préliminaire

2.1. Dégrillage

Le dégrillage est le premier poste de traitement pour les eaux résiduaires, il permet

- De protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages.
- De séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire l'efficacité du traitement.

On distingue trois types des dégrilleurs : Dégrilleur fin, moyen et grossier.

Il permet de séparer les matières volumineuses, il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60

à 80° sur l'horizontale. L'espace entre les barreaux varie de 10 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s. [23]

2.2. Des bassins d'homogénéisation : ils brassent stockent pendant quelques heures, ou pendant quelques jours, la totalité des effluents produits par une unité ou par toute l'usine, ils permettent une programmation du fonctionnement de l'installation

3. Traitement physico-chimique

L'épuration physico-chimique peut, suivant les cas, constituer un stade intermédiaire ou un stade final du traitement.

Elle a une ou plusieurs fins :

- précipitation de métaux et de sels toxiques ou indésirables (S042-, F-...),
- élimination des huiles en émulsion trop fine (< 50µm)
- clarification avec réduction concomitante de la DBO5 colloïdale et la DCO correspondante.

3.1. Décantation primaire

Les eaux résiduaires prétraitées contiennent encore des matières organiques et minérales sédimentables, la décantation primaire permet d'éliminer 30 à 35 % de la DBO5, 60% de MES et 90% de la matière minérale. La matière décantable va se déposer au fond du bassin et être récupérée sous forme de boue primaire dans les épaisseurs pour être traitée.

Il est nécessaire de provoquer la déstabilisation des particules colloïdales dans les eaux résiduaires industrielles afin de favoriser leur agglomération et permettre leur séparation de la phase liquide.

Le but du traitement physico-chimique, associé à une décantation et flottation, permet l'abattement des particules colloïdales, des particules décantables et flottables.

Le problème des particules colloïdales provient de leur taille trop faible pour décanter. Le but de cette étape est l'agrégation de ces particules sous forme de floes pour permettre une bonne décantation.

Il va consister, généralement, dans l'ajout d'un coagulant, ainsi que d'un flocculant puis d'une remise à pH. Dans d'autres cas, nous pouvons également ajouter.

3.1.1. La coagulation-floculation

Permet l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales. Pour cela, on utilise deux types de produits chimiques que sont les coagulants et les floculant. Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

- La coagulation consiste dans la déstabilisation de particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant.
- La floculation est due à la polymérisation des floes par formation de pont OH entre les molécules.

Des essais en laboratoire sont exécutés, ils réalisent des essais des polymères sur l'effluent afin d'obtenir plusieurs résultats :

- Type de coagulant/floculant ayant le meilleur rendement
- Abattement obtenu après traitement
- Capacité des floes à décanter ou flotter

Les jar-test ont permis de déterminer la quantité de polymère optimale nécessaire au traitement physico-chimique. Ils ont également pu montrer que l'effluent formait des floes flottants et donc la mise en place d'un flotteur.

Cette étape est réalisée, chez AMIDOR, dans un ouvrage appelé flotteur (206)

3.1.2. Principe de Fonctionnement

Le fonctionnement de ce type d'ouvrage est articulé autour de 2 paramètres : la vitesse ascensionnelle des particules et l'injection d'air sous forme de fines bulles. L'utilisation d'un tel système permet d'augmenter l'efficacité de l'ouvrage, et par conséquent, de diminuer la taille de la filière biologique.

L'injection d'air s'effectue grâce à un système de pressurisation. Une pompe va dissoudre de l'air sous pression dans l'eau traitée, dite « eau blanche ». Cette eau est ensuite introduite, à l'aide de buse, dans le fond du flotteur. Les fines bulles ainsi créées vont permettre la flottation des particules.

Le schéma suivant présente la méthode utilisée.

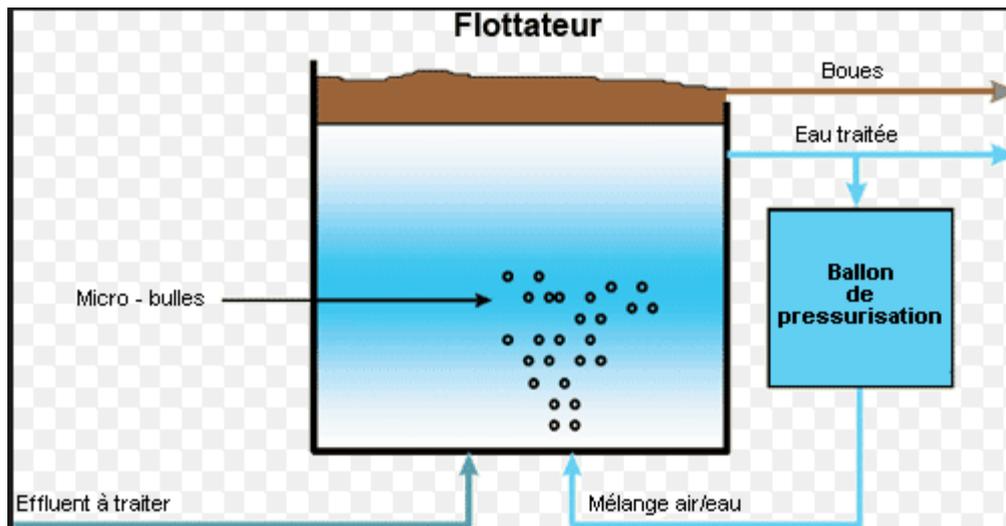


Figure 2 Schéma montre le principe de fonctionnement d'un flottateur

3.2. Neutralisation

Elle a pour objectif de rectifier le pH d'effluents trop acides ou trop alcalins, quand elle n'est pas incluse dans le traitement physico-chimique, peut s'avérer indispensable avant épuration biologique.

4. Traitement secondaire

4.1. Traitement biologique

L'épuration biologique des eaux usées a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables. Cette élimination est confiée à des micro-organismes utilisant les matières organiques comme nutriments. Cette dégradation biologique entraîne donc une transformation de matière. Il s'agit là d'un avantage important des procédés biologiques par rapport à d'autres procédés. Ainsi, lors de l'adsorption, les matières à éliminer ne font que se déplacer des eaux usées vers l'adsorbant (transport de matière). La dégradation biologique peut se dérouler dans des conditions aérobies ou anaérobies. Il existe toute une série de procédés pour mettre en contact les eaux usées à nettoyer avec les microorganismes (biomasse). Indépendamment du fait que la dégradation soit aérobie ou anaérobie, on distingue les deux principes de base suivants :

- **Biomasse en suspension :**

La biomasse se présente sous la forme de petits flocons (boues activées). Les boues activées sont en suspension dans les eaux usées.

• La biomasse fixée

Est fixée sous la forme d'un biofilm à la surface de corps solides. Les eaux usées ruissellent en couche fine sur le biofilm.

4.2. Procédé à boues activées aérobie

Le procédé à boues activées aérobie est le procédé d'épuration biologique des eaux usées le plus couramment utilisé. La biomasse se trouve sous la forme de boues activées en suspension dans le bassin d'aération qui est traversé en continu par des eaux usées. C'est ici aussi qu'a lieu l'aération des eaux usées, laquelle assure l'alimentation en oxygène des micro-organismes. De la biomasse (boues activées) quitte également en continu le bassin d'aération avec l'écoulement des eaux usées. C'est pourquoi ces boues activées doivent ensuite être séparées des eaux usées épurées dans un décanteur secondaire (en général par sédimentation). Une partie de ces boues est réacheminée jusqu'au bassin d'aération (boues de retour). La partie qui n'est pas réintroduite et appelée boues en excès et constitue un résidu de ce procédé.

4.3. Lits bactériens

Les lits bactériens font partie des procédés à biofilm aérobies. Un tourniquet d'arrosage automatique épand de manière homogène les eaux usées sur un lit fixe. Le lit fixe est constitué d'une matière support spéciale à la surface de laquelle se forme une fine couche de micro-organismes (biofilm). La purification biologique des eaux usées a lieu pendant leur ruissellement au travers du lit fixe. Les lits bactériens sont pour la plupart de type ouvert et disposent d'ouvertures latérales en dessous du lit fixe. Cela permet d'obtenir une aération par convection naturelle (effet de cheminée). Il n'est donc pas nécessaire d'avoir recours à une aération artificielle coûteuse en énergie, comme c'est le cas par exemple pour le procédé à boues activées. [24]

4.4. Procédés anaérobies

Les procédés anaérobies sont particulièrement adaptés aux eaux usées industrielles souvent très chargées en matières organiques (par ex. industrie alimentaire). On dispose ici d'une grande variété de procédés et de types de réacteurs différents. Du biogaz constitué essentiellement de méthane se forme durant la dégradation des matières organiques dans des conditions anaérobies. Ce biogaz peut être par exemple utilisé pour produire de l'électricité dans des centrales de cogénération. Il s'agit ici d'un aspect secondaire positif de l'épuration anaérobie des eaux usées, qui

met également en évidence le lien étroit entre les questions d'énergie et d'environnement.

Dans notre cas on va mettre un système UASB pour assurer le traitement anaérobie qui a un pouvoir d'élimination de 85% à 90% de DCO voici quelque explication de ce système

4.5. Le digesteur anaérobie à flux ascendant (UASB)

Est un réservoir à processus simple. L'eau usée rentre dans le réacteur par le fond, et coule vers le haut. Une couche de boues suspendue filtre et traite l'eau usée pendant son passage.

La couche de boues est composée d'un floc de granulés microbiens, c.-à-d. de petites agglomérats (0.5 à 2 mm de diamètre) de micro-organismes qui en raison de leur poids résistent au flux ascendant. Les micro-organismes dans la couche de boues dégradent les composés organiques. En conséquence, des gaz (méthane et gaz carbonique) sont libérés. Les bulles de gaz ascendantes se mélangent aux eaux usées sans l'aide d'aucune pièce mécanique. Les parois inclinées redirigent vers le bas les matières atteignant le dessus du réservoir. L'effluent clarifié est récupéré au-dessus du réservoir et des parois inclinées. Après plusieurs semaines d'utilisation, de plus grands floc de boues sont formés et agissent à leur tour comme des filtres pour de plus petites particules montant à travers les eaux usées. En raison du régime de flux ascendant, les organismes floculés se maintiennent alors que ces autres sont poussées dehors.

Le gaz qui monte jusqu'au-dessus est collecté dans un dôme à gaz, et peut être employé comme énergie (biogaz). Une vitesse de flux ascendant de 0.6 à 0.9m/h doit être maintenue pour garder la couche de boues en suspension.

a) Les avantages

- Haute réduction des matières organiques.
- Peut résister à des taux de charge organique et hydraulique élevés (jusqu'à 10kg DBO/m³/jour).
- Faible production de boues (donc vidange peu fréquente)
- Le biogaz peut être utilisé comme énergie (mais exige habituellement un nettoyage préalable)

b) Les inconvénients

- Long temps de démarrage.
- Difficile de maintenir des conditions hydrauliques appropriées (le flux ascendant et le taux de décantation doivent être équilibrés).
- Le traitement peut être instable avec les variations de charge hydraulique et organique.
- Toutes les pièces et tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement.

c) Domaine d'utilisation

Un UASB n'est pas approprié pour les petites communautés ou les communautés rurales sans approvisionnement permanent en électricité et en eau. Un opérateur qualifié est requis pour suivre et réparer le réacteur et la pompe en cas de problèmes.

Bien que la technologie soit simple à concevoir et à construire, son efficacité n'est pas bien prouvée pour l'eau usée domestique. Néanmoins, de nouvelles recherches sont prometteuses. Le réacteur UASB a le potentiel de produire un effluent de plus haute qualité que les fosses septiques, et peut le faire dans un plus petit volume de réacteur. Bien que ce soit un procédé bien établi pour des processus de traitement à grande échelle des eaux résiduaires industrielles, son application aux eaux d'égout domestiques est encore relativement nouvelle. Typiquement, il est utilisé pour les brasseries, les distilleries, les industries alimentaires et les déchets de pulpe et de papier puisque ce procédé peut éliminer 85% à 90% de la demande chimique en oxygène (DCO).

4.6. Zone d'anoxie

Dans cette configuration, la dénitrification est réalisée dans un bassin distinct, non aéré, placé en amont du bassin d'aération. L'apport de nitrates est assuré par la boucle de recirculation des boues depuis le clarificateur ainsi que par une boucle de recirculation dite « de la liqueur mixte » allant du bassin d'aération vers la zone d'anoxie.

L'apport de carbone organique nécessaire à la dénitrification est assuré par les eaux usées prétraitées entrant dans la zone d'anoxie.

4.6.1. Le cycle de l'azote en épuration

L'élimination de l'azote fait partie des étapes essentielles du traitement des eaux usées. D'ailleurs, il existe des normes réglementaires liées aux concentrations de l'azote en sortie de station dans de nombreux pays. Pour respecter ces concentrations, il est nécessaire de contrôler la nitrification et la dénitrification de manière optimale.

Dans les eaux, l'azote peut se trouver sous forme minéral (ammoniacal, nitrate) ou organique. La présence d'azote organique ou ammoniacal se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel et altère les conditions de vie.

En assainissement, le cycle de l'azote passe par les différents stades d'évolution biogéochimique du composé. Il aboutit à la formation d'azote gazeux (diazote N₂) en commençant par l'azote organique, et en passant par le l'ammoniac, nitrite et le nitrate.

Dans les stations d'épuration, plusieurs formes d'azote sont présentes :

- Nitrites et nitrates : l'azote oxydé
- Les formes non oxydées : l'azote Kjeldhal comprenant l'azote organique et l'azote ammoniacal (NH₄⁺)
- L'azote organique
- L'azote organique réfractaire

Les eaux usées sont essentiellement constituées d'azote organique (sous forme soluble et particulaire) et d'azote ammoniacal.

4.6.2. Nitrification biologique

Il s'agit du cycle biologique de transformation des azotes réduits dans la forme oxydée nitrate (NO₃⁻). Les micro-organismes jouent un rôle majeur dans ce procédé. La nitrification se fait en deux étapes, la transformation de l'ammoniac en nitrite par oxydation. Puis l'évolution du nitrite (NO₂⁻) en nitrate (NO₃⁻). On parle de nitrification puis de nitratation.

Les micro-organismes responsables de la nitrification sont les Nitrosomonas et Nitrobacter. Ces derniers sont fragiles et requièrent une température constante (Supérieur ou égale à 12°). Une alimentation en oxygène suffisante et un apport C/P/N favorable sont également indispensables.

Le taux de croissance maximum des bactéries nitrifiantes est nettement inférieur à celui des bactéries hétérotrophes (celles s'alimentant de substrat carboné). Dans une

installation de traitement, la masse de bactéries nitrifiantes est directement liée à la quantité de substrat qu'elle reçoit et à la température de l'eau. La vitesse de croissance des populations nitrifiantes s'adapte plus ou moins rapidement à la masse d'azote à traiter.

4.6.3. Dénitrification biologique

Le but de la dénitrification biologique est d'éliminer complètement l'azote contenu dans l'eau usée. Lors de cette étape de traitement, l'azote s'évapore dans l'atmosphère sous sa forme moléculaire N₂.

La dénitrification est le mécanisme anaérobie qui permet à un grand nombre de bactéries hétérotrophes de couvrir leurs besoins énergétiques à partir des nitrates lorsque l'oxygène dissous fait défaut. Pour faire simple, puisqu'elles manquent d'O₂, ces bactéries sont obligées d'utiliser l'oxygène contenu dans les nitrates pour respirer. Elles respirent des nitrates. Et pour garantir une bonne dénitrification, il faut donc éviter d'avoir de l'O₂ dans les eaux à traiter.

Les bactéries qui interviennent dans le cycle de dénitrification participent également à l'altération du carbone. Comme elles mangent « équilibré », il leur faut une source de carbone pour compléter leur menu azoté. Sur les stations d'épuration, il est fréquent de rajouter un méthanol ou du vinaigre pour compenser les carences en carbone.

Un autre avantage avec la dénitrification, c'est la récupération d'alcalinité (une partie de celle perdue à l'étape de nitrification). La dénitrification assure une restitution d'alcalinité égale à la moitié de la consommation nécessaire à la nitrification : 1 kg d'azote nitrique dénitrifié est équivalent à l'addition de 1,95 kg de chaux vive CaO. C'est d'ailleurs intéressant de mettre en place un système de recirculation dans le processus de traitement de l'eau pour réutiliser cette alcalinité. En résumé, pour garantir une bonne dénitrification, il faut :

- Des nitrates
- Pas d'oxygènes
- Une source carbonée complémentaire facilement assimilable (il faut viser un rapport pollution carbonée DBO₅ / NO₃⁻ minimal supérieur à 2).

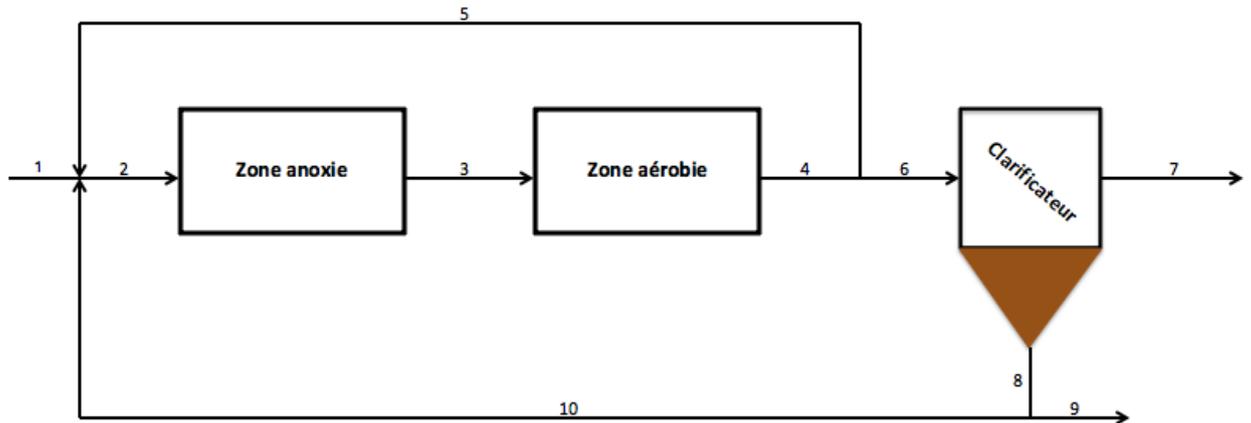


Figure 3 Procédé avec zone anoxique en tête

5. Clarification

Après avoir traversé le bassin d'aération, l'eau usée épurée biologiquement parvient, encore chargée de boues activées, à la clarification par décantation finale. La mission de la clarification est de séparer les boues activées de l'eau. Des pompes et équipements de raclage acheminent les boues décantées soit de nouveau au bassin d'aération, soit au traitement des boues, soit à leur élimination.

5.1. Principe de fonctionnement

Le bon fonctionnement d'une station d'épuration par boues activées exige de bien séparer l'eau traitée de la masse de boue activée de manière à produire un effluent clarifié conforme aux normes de rejet.

Cette séparation solide-liquide peut classiquement être réalisée par sédimentation gravitaire dans un décanteur secondaire ou clarificateur. Le clarificateur est un composant fondamental d'un système à boues activées. Il doit combiner trois fonctions :

- **Fonction de clarification** : produire un effluent final clarifié dont la teneur en matières en suspension est généralement inférieure à $20\text{-}30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, soit un rendement de séparation supérieur à 98 % ;
- **Fonction d'épaississement** : produire un débit continu de boue concentrée pour les recycler dans le réacteur biologique ce qui assure le maintien de la concentration en **MES** de celui-ci et extraire les boues en excès ;

- **Fonction de stockage** : stocker la masse de boue supplémentaire générée par une surcharge hydraulique momentanée.

6. Traitements tertiaires ou complémentaires

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire, l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants.

Dans le cas d'une éventuelle réutilisation de cette eau, il convient d'utiliser des procédés d'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc de correction chimique ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation.

La principale méthode utilisée est la désinfection.

6.1. Désinfection

Il existe de nombreuses techniques de désinfection des fluides et des surfaces parmi elles :

- Désinfection à l'ozone ;
- Désinfection par rayonnement UV ;
- Désinfection utilisant le dioxyde de chlore.

On peut citer aussi par exemple : l'échange ionique et l'adsorption sur du charbon actif. Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais aussi celui d'un personnel hautement qualifié.

6.2. Filière de traitement des boues

Le traitement des eaux usées urbaines et industrielles génèrent des quantités variables de boues, boue primaire issue du décanteur primaire et boue secondaire issue du traitement biologique. Ces boues sont très liquides, souvent fermentescibles, porteuses de germes et d'agents pathogènes et génératrices de mauvaise odeurs, d'où la nécessité de les traiter.

Les objectifs du traitement sont :

- La réduction du volume des boues
- La réduction voire l'élimination du pouvoir fermentescible.
- La Réduction du risque sanitaire et environnemental

La filière de traitement des boues comprend en générale un traitement d'épaississement, une étape de stabilisation suivie d'une filtration, le séchage puis l'élimination (incinération, réutilisation). Le choix des traitements apportés aux boues des eaux résiduaires industrielles dépend fortement de leurs origines et caractéristiques (teneur en matières sèche, teneur en MO et MVS, concentration en ETM...etc.)

On retrouve 6 classes de boues issues du traitement des eaux usées industrielles :

- Boue organique hydrophile
- Boue huileuse hydrophile
- Boue huileuse hydrophobe
- Boue minérale hydrophile
- Boue minérale hydrophobe
- Boue fibreuse

6.2.1. Epaississement : cette étape permet l'élimination de l'excédent en eau et d'augmenter la teneur en matière solide de la boue. Elle est réalisée par décantation et flottation.

6.2.2. Séchage des boues : Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente qu'il soit thermique ou sur lits de séchage

Conclusion

L'objectif de la station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable mais acceptable par la nature.

L'épuration des eaux usées avec ces différents procédés éliminent une grande partie de ces polluants et des boues constituant un sous-produit de l'épuration. Enfin, on peut rejeter les eaux épurées dans le milieu récepteur sans risque de contamination ou de pollution majeur.

Chapitre IV : Dimensionnement

1.Introduction

La station d'épuration est un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dès l'élaboration du projet en commençant par le choix de l'emplacement du site.

A cet égard, quelques règles doivent être rappelées :

- Éviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes.
- Éviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, ...). Dans la pratique, et pour éviter tout contentieux avec le voisinage, on réserve une distance minimale de 200 m en tenant compte de la dominance des vents.
- S'éloigner le plus possible des zones de captage même si le périmètre de protection est respecté.
- Penser aux extensions ou aux aménagements futurs de la ville et de la station lui-même

2.Bulletin d'analyse de rejet brute

Tableau 01 les analyse physico-chique de rejet brute (SAFI LAB laboratoire d'analyse de la qualité)

N	Paramètre	Résultat	REF/Méthode
1	Température à l'analyse	15.1 C	Multi paramètre
2	PH	3.67	PH mètre
3	MES	120mg/l	NFT 90-105
4	Azote de kjedahl	749mg/l	NFT 90-110
5	DCO	20030mg/l	NFT 90-101
6	DBO5	15310mg/l	NFT 90-103
7	Huiles et Graisses	40mg/l	Extraction liquide-liquide

2.2. Les normes des rejets en Algérie

Tableau 02 les normes des rejets algérien autorisé (L'article n 2 du Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006)

N	Paramètre	Résultat	REF/Méthode
1	Température à l'analyse	30 C	Multi paramètre
2	PH	6.5-8.5	PH mètre
3	MES	35mg/l	NFT 90-105
4	Azote de kjedahl	30 mg/l	NFT 90-110
5	DCO	120mg/l	NFT 90-101
6	DBO5	30mg/l	NFT 90-103
7	Huiles et Graisses	20 mg/l	Extraction liquide-liquide

On remarque que on a des valeurs en excès donc on ne peut pas les jeter dans le milieu ça va causer des problèmes pour la faune et la flore.

3. Biodégradabilité et la nature de rejet

Pour calculer le coefficient de biodégradabilité on doit calculer le rapport

(DCO/DBO₅) comme suivant :

$$\frac{DCO}{DBO} = \frac{20030}{15310} = 1.31$$

DCO/DBO₅ = 1.31

La valeur ci-dessus fait ressortir que le rapport (DCO/DBO₅) est inférieur à 2 ce qui montre que on a une pollution essentiellement organique et facilement dégradable ; une tendance générale l'acidification et à la fermentation.

4. Calcul de base pour le dimensionnement

4.1 Calcul du débit de rejet industrielle

D'après les données du projet réaliser le débit de rejet industrielle égale :

Q_{re} = 60 m³ /h = 0.016m³/s = 1440 m³ /j
--

4.2. La charge moyenne journalière en DBO₅

Elle est donnée par la relation suivante :

$$(\text{DBO}_5) = [\text{DBO}_5] * Q_{\text{re}}$$

Tel que :

- $(\text{DBO}_5)_0$: charge moyenne journalière en DBO₅.
- $[\text{DBO}_5]$: concentration journalière en DBO₅.
- Q_{re} : débit de rejet industrielle.

$$(\text{DBO}_5)_0 = 15310 * 10^{-3} * 1440 = 22046.4 \text{ kg/j}$$

$$(\text{DBO}_5)_0 = 22046.4 \text{ kg/j}$$

4.3. la charge moyenne journalière en MES

Elle est donnée par la formule suivante :

$$(\text{MES})_0 = [\text{MES}] * Q_{\text{re}}$$

- $(\text{MES})_0$: charge moyenne journalière en MES.
- $[\text{MES}]$: concentration journalière en MES.

$$(\text{MES})_0 = 120 * 10^{-3} * 1440 = 172.8 \text{ kg/j}$$

$$\text{MES}_0 = 172.8 \text{ kg/j}$$

4.4. La charge moyenne journalière en DCO

Elle est donnée par la formule suivante :

$$(\text{DCO})_0 = [\text{DCO}] * Q_{\text{re}}$$

- $(\text{DCO})_0$: charge moyenne journalière en DCO.
- $[\text{DCO}]$: concentration journalière en DCO.

$$(\text{DCO})_0 = 20030 * 10^{-3} * 1440 = 28843.2 \text{ kg/j}$$

$$(\text{DCO})_0 = 28843.2 \text{ kg/j}$$

5. Dimensionnement des ouvrages de la station

La station comportera les ouvrages suivants :

Pour le prétraitement on aura :

- Le dégrilleur ;

Pour le traitement primaire (traitement physico-chimique) on aura :

- Le décanteur primaire

5.1 Le prétraitement

5.1.1 le dégrilleur

Pour dimensionner un dégrilleur, on doit déterminer la surface de la grille qui a pour rôle d'éliminer les déchets solides relativement volumineux. La formule est donnée par KIRCHMER :

$$S = \frac{Q_{re}}{a \cdot V_e \cdot C} \text{ (m}^2\text{)}$$

Tel que :

- S : surface de la grille ;
- V_e : Vitesse de l'écoulement à travers la grille (m/s) ; tel que $V_e = (0.6 \text{ à } 1.4) \text{ m/s}$
- a : Coefficient de passage libre donné par la relation suivante :

$$a = \frac{d}{d+e}$$

- d : diamètre des barreaux de la grille ;
- e : espacement entre les barreaux ;

Tableau 03 : Espacement et épaisseurs des barreaux.

Paramètres	Grilles grossières	Grilles fines
d (cm)	2.00	1.00
e (cm)	5 à 10	0.3 à 1

C : Coefficient de colmatage dépendant de la qualité de l'eau et du système de reprise des résidus. Généralement :

C = 0.25 si le dégrillage est manuel.

C = 0.5 si le dégrillage est automatique.

Dans notre cas on prend la grille automatique donc : C = 0.5

a) Pour le dégrilleur fin**a.1) calcul de la surface de la grille**

$$- Q_{re} = 1440 \text{ m}^3/\text{j} = 0.016 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$- a = \frac{d}{d+e} = \frac{1}{0.9+1} = 0.52 \quad \text{avec : } d=1\text{cm} \text{ et } e=0.7 \text{ (pour la grille fine).}$$

$$- C = 0.5$$

- V_e : une vitesse de passage inférieure à 0.6m/s provoque un dépôt de sable au fond du canal. Donc on prend $V_e=0.8 \text{ m/s}$

$$\text{Donc : } S = \frac{Q_{re}}{a*V_e*C} = \frac{0.016}{0.52*0.8*0.5} = 0.076 \text{ m}^2$$

$$S = 0.076\text{m}^2$$

a.2) calcul de la largeur de la grille

On doit déterminer la largeur de la grille qui fait le rôle d'éliminer les déchets solides relativement volumineux. La formule est donnée par KIRCHMER :

$$L = \frac{S*\sin \alpha}{h_{\max}(1-a)C}$$

Tel que :

- S : surface de la grille ;

- h_{\max} : hauteur maximum d'eau dans le canal ; et $h_{\max} = (0.2 \text{ à } 1.4) \text{ m}$;

- α : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal = 60° ;

$$- S=0.076\text{m}^2$$

$$- a = 0.52$$

$$- h_{\max} = 1.4\text{m}$$

$$- C = 0.5$$

$$- \alpha = 60^\circ$$

$$\text{Donc : } L = \frac{S*\sin \alpha}{h_{\max}(1-a)C} = \frac{0.076 * \sin 60}{1.4*(1-0.52)*0.5} = 0.19\text{m}$$

$$L = 0.19 \text{ m}$$

a.3) calcul des pertes de charges

Les pertes de charges à travers la grille sont données par l'équation de Kirchner :

[6]

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \sin \alpha \left(\frac{V^2}{2g}\right)$$

- d : diamètre des barreaux (cm) ;
- e : espacement entre les barreaux (cm);
- α : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal = 60°;
- β : coefficient qui tient compte de la forme des barreaux ; (forme circulaire $\beta=1.79$)
- V : vitesse d'écoulement dans la grille ;(m/s).

Les valeurs de β sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 04 : les valeurs de β .

Type de barreau	β
Section rectangulaire	2.42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1.83
Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1.67
Section circulaire	1.79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0.76

Alors

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \sin \alpha \left(\frac{V^2}{2g}\right) = 1.79 \left(\frac{1}{0.9}\right)^{4/3} \sin(60) \left(\frac{0.8^2}{2g}\right) = 0.0581 \text{ m.}$$

$$\Delta H = 0.0581 \text{ m}$$

b) Pour la grille grossie**b.1) calcul de la surface de grille**

On utilise la même méthode pour le calcul de la surface

$$S = \frac{Qre}{a \cdot V e \cdot C}$$

Tel que : $a = \frac{d}{d+e}$ avec : d = 2cm et e = 7 (pour la grille grossie).

$$\text{Alors : } a = \frac{d}{d+e} = \frac{2}{2+7} = 0.22$$

$$\text{Donc : } S = \frac{0.016}{0.22 \cdot 0.8 \cdot 0.5} = 0.18 \text{ m}^2$$

$$S = 0.18 \text{ m}^2$$

b.2) calcul de la largeur de la grille

On utilise la même méthode pour le calcul de la largeur

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h \max(1-a) C}$$

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h \max(1-a) C} = \frac{0.18 \cdot \sin 60}{1.4(1-0.22)0.5} = 0.28 \text{ m}$$

$$L = 0.28 \text{ m}$$

b.3) calcul de la perte de charge

On utilise la même méthode pour le calcul de la perte de charge

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \sin \alpha \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \sin \alpha \left(\frac{v^2}{2g}\right) = 1.79 \left(\frac{2}{7}\right)^{4/3} \sin(60) \left(\frac{0.8^2}{2 \cdot 9.81}\right) = 9.515 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta H = 9.515 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Tableau 05 : les résultats de dimensionnement de dégrilleur

Ouvrage : dégrilleur	Unité	Valeur
Débit de la station	m ³ /s	0.016
	<i>Grille grossière</i>	
Epaisseur des barreaux d	Cm	2
Espacement des barreaux e	Cm	7
A	Coefficient	0.22
Largeur de la grille	M	0.28
Surface de la grille	m ²	0.18
Perte de charge	M	9.515*10 ⁻³
h _{max}	M	1.4
Vitesse d'écoulement	m/s	0.8
	<i>Grille fine</i>	
Epaisseur des barreaux d	Cm	1
Espacement des barreaux e	Cm	0.9
A	Coefficient	0.52
Largeur de la grille	M	0.19
Surface de la grille	m ²	0.076
Perte de charge	M	0.0581
h _{max}	M	1.4
Vitesse d'écoulement	m/s	0.8

5.2. Le traitement primaire (physique–chimique)

5.2.1. Dimensionnement de bassin de coagulation-floculation

Les principaux paramètres de calcul du décanteur sont

- La charge superficielle (vitesse de chute) V_c est entre 1 et 2.5 m/h.
- La hauteur d'eau dans l'ouvrage H est entre 2 et 6m.

On donne les deux vitesses

- vitesse de chute $V_c=7.18*10^{-4}$ m/s

- vitesse d'écoulement $V_e = 8.87 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
- Le débit à l'entrée de décanteur primaire $Q = 0.016 \text{ m}^3/\text{s}$
- Le temps nécessaire pour cette opération à partir de 30 min

5.2.2. Calculons la Surface vertical du décanteur

$$S_v = \frac{Q}{V_e}$$

$$S_v = \frac{Q}{V_e} = S_v = \frac{0.016}{8.87 \cdot 10^{-4}} = 18.038 \text{ m}^2$$

$$S_v = 18.038 \text{ m}^2$$

5.2.3 Calculons la Surface horizontal du décanteur

$$S_h = \frac{Q}{V_c} = S_h = \frac{0.016}{7.18 \cdot 10^{-4}} = 22.28 \text{ m}^2$$

$$S_h = 22.28 \text{ m}^2$$

5.2.4. Calculons la largeur et la longueur

On prend $H = 2.3 \text{ m}$

$$S_h = L \cdot l$$

$$S_v = l \cdot H$$

$$S_h = \frac{Q}{V_c} \text{ alors } Q = S_h \cdot V_c \dots\dots(1)$$

$$S_v = \frac{Q}{V_e} \text{ alors } Q = S_v \cdot V_e \dots\dots(2)$$

D'après (1) et (2) on trouve la relation suivante

$$Q = L \cdot l \cdot V_c = H \cdot l \cdot V_e \dots(3) \text{ donc } l = \frac{H \cdot V_e}{V_c}$$

On remplace par les valeurs numériques pour calculer la largeur et la longueur

$$l = \frac{2.3 \cdot 8.87}{7.18} = 2.84 \text{ m}$$

$$l = 2.84 \text{ m}^2$$

$$S_h = L \cdot l \text{ alors } L = \frac{S_h}{l} = \frac{22.28}{2.84} = 7.84 \text{ m}$$

$$L = 7.84 \text{ m}^2$$

5.2.5. Calculons le volume de décanteur

$$V=L * l * H=7.84*2.84*2.3=51.21$$

V= 51.21m³

5.2.6. Calcul de la quantité de boues éliminées

Les eaux résiduaires prétraitées contiennent encore des matières organiques et minérales sedimentables, la décantation primaire permet d'éliminer 75 % de la DBO₅, 90% de MES et 90% de la matière minérale. La matière décantable va se déposer au fond du bassin et être récupérée sous forme de boue primaire dans les épaisseurs pour être traitée.

Les charges de pollution à l'entrée du bassin sont :

- DBO₅ = 22046.4 kg/j
- DCO = 28843.2 kg/j
- MES = 172.8 kg/j
- Les charges éliminées par le bassin sont donc
 - DBO_{5e} = 0.75 * DBO₅ = 0.75 * 22046.4 = **16534.8 kg/j**
 - DCO = 0.62 * DCO = 0.62 * 28843.2 = **17882.784 kg/j**
 - MES_e = 0.9 * MES' = 0.9 * 172.8 = **155.52 kg/j**
- Les charges à la sortie du décanteur primaire sont donc
 - MES_s = MES' - MES_e = 172.8 - 155.52 = **17.28 kg/j**
 - DCO_s = DCO' - DCO_e = 28843.2 - 17882.784 = **10960.416 kg/j**
 - DBO_{5s} = DBO₅ - DBO_{5e} = 22046.4 - 16534.8 = **5511.6 kg/j**

Tableau 06: les résultats de dimensionnement du bassin de coagulation floculation.

Désignation	Unité	Résultat
Débit	m/s	0.016
Surface horizontale	M	22.28
Surface vertical	M	18.038
Volume	m^3	51.21
Hauteur	M	2.30
Largeur	M	2.84
Longueur	M	7.84
MES entrées	Kg/j	172.8
DBO ₅ entrées	Kg/j	22046.4
DCO entrées	Kg/j	28843.2
MES éliminée	Kg/j	155.52
DBO ₅ éliminée	Kg/j	16534.8
DCO éliminée	Kg/j	17882.784
MES sorties	Kg/j	17.28
DBO ₅ sorties	Kg/j	5511.6
DCO sorties	Kg/j	10960.416

5.3. Dimensionnement du digesteur

Dans le but de diminuer le volume des boues et augmenter leurs quantités, les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l. [25]

Le débit des boues arrivant au digesteur

$$Q_{EB} \frac{DBO_{5e} + MESe}{C_b} \quad \text{Avec } DBO_{5e} \text{ la charge polluant entrant au digesteur}$$

MESe la charge polluant entrant au digesteur

C_b concentration des boues entrant au digesteur

$$\text{Alors } Q_{EB} \frac{5511.6 + 17.28}{80} = 69.11 \text{ m}^3/\text{j}$$

$Q_{EB} = 69.11 \text{ m}^3/\text{j}$

5.3.1. Calcul de temps de séjour T_s

$$T_s = 175 \cdot 10^{(-0,03 \cdot t)} \quad \text{avec } t = 35^\circ\text{C}. [7]$$

$$T_s = 15,6 \text{ jours}$$

5.3.2. Calcul le volume de digesteur

$$V_D = Q_{EB} \cdot T_s = 69,11 \cdot 15,6 = 1078,13 \text{ m}^3$$

$$V_D = 1078,13 \text{ m}^3$$

5.3.2.1. Le diamètre du digesteur

Si on prend $H=5 \text{ m}$

$$D_d = \sqrt{\frac{1078,13 \cdot 4}{3,14 \cdot H}} = 16,56 \text{ m}$$

$$D_d = 16,56 \text{ m}$$

Dans notre cas on a une surface limité pour l'implantation des ouvrages donc on va éviter la forme circulaire

Donc

On prend $H=10$ telque $S_h = \frac{V_d}{H} = \frac{1078,13}{10} = 107,813 \text{ m}^2$

$$S_h = 107,813 \text{ m}^2$$

$L=2l$ donc $S_h = L \cdot l = 2 \cdot l^2 \quad l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = 7,34 \text{ m}$

$$l = 7,34 \text{ m}$$

$$L = 14,68 \text{ m}$$

5.3.3. La quantité de matières sèches des boues fraîches F_g

$$F_g = Q_{EB} \cdot F_s \cdot K_s$$

K_s : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche $K_s = 1 \text{ tonne /m}^3$

F_s : la teneur en matières solides $F_s = 3 \text{ à } 4\%$

On prend 4%

Donc : $F_g = 61,65 \cdot 1 \cdot 0,04 = 2,47 \text{ tonne /j. [26]}$

5.3.4. La quantité de matière organique dans la boue fraîche F_o

Elle présente 60% de la quantité des matières sèches des boues fraîches

$$F_o = 0,6 \cdot F_g = 0,6 \cdot 2,47$$

$$F_o = 1,48 \text{ tonne /j}$$

5.3.5. La quantité du gaz produite Q_{gaz}

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} \cdot F_o = 138 (35)^{1/2} \cdot 1,48 =$$

$$Q_{\text{gaz}} = 1208,30 \text{ m}^3$$

5.3.6. La quantité moyenne du gaz

On prendra 75% du gaz théorique

$$Q'_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot Q_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot 1208,30 = 905,92 \text{ m}^3 / \text{j}$$

$$Q'_{\text{gaz}} = 905,920 \text{ m}^3 / \text{j}$$

5.3.7. La quantité du méthane CH₄

$$Q_{\text{CH}_4} = (0,6 \text{ à } 0,65) Q'_{\text{gaz}}$$

On prend $Q_{\text{CH}_4} = 0,65 Q'_{\text{gaz}}$ $Q_{\text{CH}_4} = 0,65 \cdot 905,92 = 588,85 \text{ m}^3 / \text{j}$

5.3.8. La quantité du gaz carbonique CO₂

$$Q_{\text{CO}_2} = (0,3 \text{ à } 0,35) Q'_{\text{gaz}}$$

On prend $Q_{\text{CO}_2} = 0,3 Q'_{\text{gaz}}$ $Q_{\text{CO}_2} = 0,3 \cdot 905,92$

$$Q_{\text{CO}_2} = 271,78 \text{ m}^3 / \text{j}$$

5.3.9. Calculons les charges polluantes éliminée

Nous avons mentionné dans le chapitre trois que cet ouvrage (USAB) a un pouvoir d'élimination de 95-95% de DCO alors

$$DCO_{\text{entrant}} = 10960,416 \text{ Kg/j}$$

$$DCO_{\text{é}} = 0,95 \cdot 10960,416 = 10412,3952 \text{ Kg/j}$$

$$DCO_{\text{S}} = DCO_{\text{entrant}} - DCO_{\text{é}} = 10960,416 - 10412,3952 = 548,0208 \text{ Kg/j}$$

Tableau 07 : récapitulatif pour les résultats de dimensionnement de digesteur

	Unité	Résultat
Débit des boues	m^3/j	69.11
Surface horizontale	m^2	107.813
Temps de séjour	j	15.6
Volume	m^3	1078.13
Hauteur	m	10
Largeur	M	7.34
Longueur	M	14.68
Fo	tonne /j	1,48
QCO2	m^3/j	271,78
DCO entrées	Kg/j	10960.416
DCO éliminée	Kg/j	10412.3952
DCO s	Kg/j	548.0208
QCH4	m^3/j	588,85

5.4. Deuxième partie de dimensionnement

5.4.1. Dimensionnement de décanteur primaire

On opte pour un décanteur d'une forme circulaire, les éléments de conception du décanteur sont :

- La vitesse de chute (v_c : charge superficielle) est comprise entre 1 à 2.5 m/h
- Le temps de séjour (T_s) compris entre 1 à 2 heures
- La hauteur d'eau dans l'ouvrage est entre 2 à 6 m

5.4.2. Le volume de décanteur

$$V_d = Q_{rej} * T_s$$

$$V_d = 160 * 1.5 = 240 \text{ m}^3$$

On prend la hauteur de décanteur $H=5$ m pour avoir une profondeur plus grand et minimisé maximum la largeur et la longueur à cause de la surface d'implantation limites

La surface horizontale du décanteur

$$S_h = \frac{V_d}{H} = \frac{240}{5} = 48 \text{ m}^2$$

5.4.3. Largeur et la longueur du décanteur primaire

$$S_h = L * l \text{ Avec } L= 2*l \text{ donc } S_h = 2 * l^2$$

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = 4.89\text{m}$$

$$L=9.79 \text{ m}$$

5.4.4. Calcul de la quantité des boues éliminées

Les charges de pollution à l'entrée du bassin sont :

- $DBO_{5e} = 5511.6 \text{ kg/j}$
- $DCO = 10960.416 \text{ kg/j}$
- $MES = 17.2 \text{ kg/j}$

le taux d'abattement de la DBO_5 calculé par la formule empirique suivante

$$R = \frac{T_s}{a + b * T_s}$$

Tel que

« a » et « b » deux paramètres empiriques égalent respectivement à 0,018 et 0,02

Par application numérique

$$R = \frac{1.5}{0.018 + 0.02 * 1.5}$$

$$R = 31.25 \%$$

Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc

$$DBO_{5e} \text{ elim} = 5511.6 * 0.3125 = 1722.375 \text{ kg/j}$$

$$MES_e = 17.2 * 0.6 = 10.32 \text{ kg/j}$$

Les charges à la sortie du décanteur primaire

$$DBO_{5s} = DBO_{5e} - DBO_{5e} \text{ elim} = 5511.6 - 1722.3 = 3789.225 \text{ kg/j}$$

$$MES_s = MES - MES_e = 17.2 - 10.32 = 6.88 \text{ kg/j}$$

Tableau08 : Les résultats de dimensionnement de décanteur primaire

Désignation	Unité	Résultat
Débit	m/s	0.044
Surface horizontale	m^2	48
Volume	m^3	240
Hauteur	M	5
Largeur	M	12.5
Longueur	M	3.48
MES entrées	Kg/j	17.2
DBO ₅ entrées	Kg/j	5511.6
MES éliminée	Kg/j	10.32
DBO ₅ éliminée	Kg/j	1722.375
MES sorties	Kg/j	6.88
DBO ₅ sorties	Kg/j	3789.225

5.5. Traitement biologique

Dans notre cas la partie biologique est divisé en 2 parties anaérobies et l'autre aérobie

- La partie anaérobie contient deux ouvrages (le digesteur et bassin d'anoxie)
- La deuxième partie contient les bassins d'aération et les lits bactériens

5.5.1. Le traitement biologique avec un bassin d'anoxie en tête

$$V_{BA} = T_P * Q_e$$

V_{BA} : Volume du bassin d'anoxie en (m^3).

T_P : Temps de passage (h) ; $T_P = 2h$.

Q_e : Débit entrant en (m^3/h).

Donc :

$$V_{BA} = 2 * 160 = 320 m^3$$

5.5.1.1. Hauteur du bassin d'anoxie

On prend la hauteur du bassin prise est : $H = 5m$.

Surface horizontale du bassin

$$S_h = \frac{V_{BA}}{H_{BA}}$$

Alors :

$$S_h = 64 m^2$$

5.5.1.2. Largeur du bassin d’anoxie

On opte pour un bassin d’anoxie rectangulaire de dimensions $H_{BA} * L_{BA} * B_{BA}$; en tant compte des relations de TABASSARAN

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 < \frac{B}{H} < 5 \\ 3 < H < 5 \end{array} \right\}$$

En prend :

$$\frac{B_{BA}}{H_{BA}} = 3 \qquad B_{BA} = 15 \text{ m}$$

5.5.1.3. Longueur du bassin d’anoxie

$$L_{BA} = \frac{S_h}{B_{BA}}$$

$$L_{BA} = 4.26 \text{ m}$$

5.5.2. Dimensionnement du bassin d’aération

Le dimensionnement du bassin d’aération se fait sur des critères de base de charge massique (Cm) ; la charge volumique (Cv) et d’autres paramètres intervenant dans le dimensionnement des ouvrages sont le temps de séjour (Ts) de l’effluent dans le bassin et l’âge des boues (Ag) qui doit être suffisamment grand pour assurer la stabilisation des boues

- Le rendement de l’épuration

$$R = \frac{\text{Concentration de } DBO_5 \text{ entréé} - \text{Concentration de } DBO_5 \text{ sortie}}{\text{Concentration de } DBO_5 \text{ entréé}} * 100$$

$$R = \frac{3789.225 - 115.2}{3789.225} * 100 = 96.9\%$$

Tableau 09: classement des réacteurs biologiques selon leur rendement et leurs charges

Type	Charge volumique (kg DBO ₅ /j/m ³)	Charge massique (kg DBO ₅ /kg MVS/j)	Rendement (%)
Faible charge	0,3 -0,8	0,1 – 0,2	>90%
Moyenne charge	0,8 -1,8	0,2 – 0,5	90%
Forte charge	1,8	0,5 – 1	80% - 90%

Remarque

Pour notre cas, le rendement d'élimination ($R > 90\%$), donc on est face d'un traitement à boues activées à faible charge.

Le traitement à boues activées à faible charge est caractérisé par les paramètres suivants

- Une charge massique : $0,1 < C_m < 0,2$ (kg DBO₅/kg MVS/j)
- On prend une charge massique : $C_m = 0,15$ kg DBO₅/kg MVS/j
- Une charge volumique : $0,3 < C_v < 0,8$ (kg DBO₅/j/m³)
- On prend une charge massique : $C_v = 0,07$ kg DBO₅/j/m³

- **Le volume total du bassin**

$$V = \frac{L_0}{C_v}$$

Avec

C_v : La charge volumique en (kg DBO₅/j/m³)

L_0 : La charge de la DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération en (kg DBO₅/j)

V_{total} : Le volume du bassin d'aération unique en (m³)

Donc : $V_{total} = L_0 / C_v$

$$V_{total} = 3789.225 / 0.7 = 5413.178 \text{ m}^3$$

D'où, le volume du bassin d'aération est donné par la relation suivante

$$V = V_{total} - V_{anoxie}$$

Alors

$$V = 5413.178 - 320 = 5093.178 \text{ m}^3$$

- **Hauteur du bassin**

Elle est prise généralement entre 3 et 5 m. soit $H = 5 \text{ m}$

La hauteur de revanche du bassin doit être $h \geq 80 \text{ cm}$. On prend $h = 80 \text{ cm}$

- **Surface horizontale du bassin**

$$S_h = \frac{V}{H} \quad S_h = \frac{5093.178}{5.8} = 878.134 \text{ m}^2$$

Calcul des dimensions du bassin (rectangle)

$$L = 2\ell$$

$$L = \sqrt{2 * S_h} = \sqrt{2 * 878.134} = 41.9 \text{ m}$$

$$\ell = 20.9 \text{ m}$$

- **Calcul de temps de séjour**

$$T_s = \frac{V}{Q_e} = \frac{5093.178}{160} = 31.83 \text{ h}$$

- **La masse des boues dans le bassin**

$$X_a = \frac{L_0}{c_m} = \frac{3789.225V}{0.15} = 25261.5 \text{ Kg}$$

- **Concentration des boues dans le bassin**

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{25261.5}{5093.178} = 4.95 \text{ Kg/m}^3$$

- **Concentration de l'effluent en DBO_5**

$$S_0 = \frac{L_0}{Q} = \frac{3789.225}{3840} = 986.7 \text{ mg/l}$$

- **Les charges polluante à la sortie ($S_f=30 \text{ mg/l}$)**

La charge polluante à la sortie à une concertation S_f conforme aux normes de rejet fixées à 30 mg/l de DBO_5

$$L_f = S_f * Q_e$$

$$L_f = (30 * 10^{-3}) * 3840 = 115.2 \text{ kg } DBO_5/j$$

- **La charge polluante en DBO_5 éliminée**

$$L_e = L_0 - L_f = 3789.225 - 115.2 = 3674.025 \text{ kg/j}$$

- **Les besoins en oxygène**

Les bactéries constituant la boue activée ont besoin d'oxygène pour vivre d'une part, pour se nourrir et de se développer à partir de la pollution éliminée et d'autre part la dégradation de la matière organique ; cet oxygène est apporté généralement par des aérateurs.

La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse et celle nécessaire à la respiration endogène. Elle est donnée par la relation :

$$q_{O_2} = a' * L_e + b' * X_a$$

q_{O_2} : Besoin en oxygene en (kg O_2 /J)

a' : Coefficient déterminant la fraction d'oxygène consommée pour fournir de l'énergie de synthèse, il dépend de la charge massique (C_m). $a' = 0,5 * (C_m)^{-0,12}$

b' : Coefficient cinétique de la respiration endogène. $b' = 0,13 * (C_m)^{0,16}$

X_a : Quantité de boues (MVS) présentes par jour dans le bassin d'aération (kg).

$$a' = 0,5 * (C_m)^{-0,12} = 0,5 * (0,15)^{-0,12} = 0,63$$

$$b' = 0,13 * (C_m)^{0,16} = 0,13 * (0,15)^{0,16} = 0,09$$

$$q_{O_2} = 0,63 * 3674.025 + 0,09 * 25261.5 = \mathbf{4588.17 \text{ kg O}_2 / \text{j}}$$

- **La quantité horaire d'oxygène nécessaire**

$$q_{O_2.h} = \frac{q_{O_2}}{24} = \mathbf{191.17 \text{ kg O}_2/\text{h}}$$

- **La quantité d'oxygène nécessaire pour m³ du bassin**

$$q_b = \frac{q_{O_2}}{V} = \mathbf{0.9 \text{ kg/m}^3/\text{j}}$$

- **Les besoins en pointe horaire en oxygène**

$$q_{O_2.pts} = \frac{a' * L_e}{T_d} + \frac{b' * X_a}{24} = \frac{0.63 * 3674.025}{16} + \frac{0.09 * 25261.5}{24} = \mathbf{239.395 \text{ KgO}_2/\text{h}}$$

Avec T_d : période diurne en heures

- **Détermination des caractéristiques de l'aérateur**

Calcul de la puissance de l'aérateur nécessaire (En)

les apports spécifiques des aérateurs de surface sont souvent compris 1 et 2 kgO_2/Kwh

$$En = \frac{Q_{\text{besoin réel}}}{Ea} \quad \text{Avec} \quad *En : \text{puissance de l'aérateur}$$

* $Q_{\text{besoin réel}}$: besoin réel en oxygène Kg/h

* Ea : quantité d'oxygène par unité de puissance

On prend $Ea = 1.5 \text{ KgO}_2/\text{Kwh}$

$$\text{Donc } En = \frac{239.395}{1.5} = \mathbf{159.596 \text{ Kw}}$$

- **Puissance de brassage**

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$Eb = Sh * Pa$$

Avec * Pa : puissance spécifique absorbée

La puissance spécifique absorbée (Pa) pour les aérateur de surface est $Pa=80w/m^2$

* Sh : surface horizontale du bassin

Donc $E_b = Sh * Pa = 878.134 * 80 = 70267.2 w$

$E_b = 70.267 Kw$

- **Calcul du nombre d'aérateur dans le bassin**

$$Na = \frac{En}{Eb} = \frac{159.596}{70.267} = 2.27 \quad \text{alors } Na = 3$$

5.6. Bilan des boues

5.6.1. Calcul de la quantité des boues en excès

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'Eckenfelder

$$\Delta x = X_{\min} + X_{\text{dur}} + a_m L_e - bX_a - X_{\text{eff}}$$

X_{\min} : Boues minérales (20% de MES_s) en (kg/j)

X_{dur} : Boues difficilement biodégradable (20% de MVS) en (kg/j)

a_m : Coefficient de rendement cellulaire (augmentation de la biomasse par l'élimination de DBO_5),

$$a_m = 0,55$$

L_e : Quantité de la DBO_5 éliminée en (kg/j)

b : Fraction de la masse cellulaire éliminer par jour en respiration endogène, $b =$

$$\frac{b'}{1,44}$$

b' : Coefficient cinétique de la respiration endogène ; $b' = 0,10$ donc $b = 0,0694$

X_a : Masse totale journalier de MVS dans le bassin (kg/j)

X_{eff} : Fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, égale à 30 mg/L)

$MES_s = 3792,57 \text{ kg/j}$ (la sortie de traitement primaire)

$$X_{\min} = 20\% \text{ } MES_s = 0,2 * 6.96 = \mathbf{1.392 \text{ kg/j}}$$

$$X_{\text{dur}} = 20\% \text{ MVS} = 20\% [80\% \text{ } MES_s] = 0,2 * [0,8 * 6.96] = \mathbf{1.11 \text{ kg/j}}$$

$$a_m L_e = 0,55 * 3674.025 = \mathbf{2020.713 \text{ kg/j}}$$

$$bX_a = 0,0694 * 18946.125 = \mathbf{1314.861 \text{ kg/j}}$$

$$X_{\text{eff}} = 30 * Q_e = (30 * 10^{-3}) * 160 * 24 = \mathbf{115.2 \text{ kg/j}}$$

$$\Delta x = 1.392 + 1.11 + 2020.713 - 1314.861 - 115.2 = \mathbf{593.154 \text{ kg/j}}$$

5.6.2. Concentration de boues en excès

$$X_m = \frac{1200}{I_m}$$

Avec :

- X_m : concentration des boues en excès
- I_m : indice de Mohlman. Il indique la bonne décantabilité des boues.

I_m mesure la décantabilité de la boue. C'est le volume occupé par un gramme de boue après

1/2 heure de décantation. Il est donné par :

$$I_m = V/p$$

Généralement, les boues sont bien décantable pour $80 < I_m < 150$

- Si $I_m \sim 80$; la décantation est très bonne mais les boues sont difficilement pompables

- Si $I_m \sim 150$: la décantation est très lente

On prend:

$$I_m = 130 \text{ ml/g}$$

$$X_m = \frac{1200}{130} = 9.23 \text{ Kg/m}^3$$

5.6.3. Débit de boues en excès

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta x}{X_m}$$

$Q_{\text{excès}}$: Débit de boues en excès en (m^3/j)

D'où : $Q_{\text{excès}} = 593.154 / 9.23 = 64.26 \text{ m}^3/\text{j}$

5.6.4. Débit spécifique par m^3 du bassin

$$q_{\text{sp}} = \frac{\Delta x}{V}$$

$$q_{\text{sp}} = 593.154 / 4416.53 = 0.134 \text{ kg/m}^3/\text{j}$$

5.6.4. Le taux de recyclage

$$R = \frac{[X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} * 100$$

R : Le taux de recyclage en (%)

$[X_a]$: Concentration de boues dans le bassin en (kg/m^3)

$$R = \frac{4.289}{9.23 - 4.289} * 100 = 86.80 \%$$

5.6.5. Débit de boues recyclées

$$Q_r = R * Q_e$$

$$Q_r = 0,715 * 160 * 24 = 3333.28 \text{ m}^3/\text{j}$$

5.6.6. Age de boues

C'est le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta x}$$

$$A_b = 18946.125 / 593.154 = 31.94 \text{ alors } 32 \text{ j}$$

Tableau10 : récapitulatif des résultats trouvé pour le calcul des bilans des boues

Paramètres	Unité	Valeurs
La quantité des boues en excès (Δx)	Kg/j	593.154
Concentration de boues en excès (X_m)	Kg/m ³	9.23
Débit de boues en excès ($Q_{excès}$)	m ³ /j	64.26
Débit spécifique par m ³ du bassin (q_{sp})	Kg/m ³ /j	0.134
Le taux de recyclage (R)	%	86.80
Débit de boues recyclées (Q_r)	m ³ /j	3333.28
Age de boues (A_b)	j	32

5.7. Calcul du décanteur secondaire

Le but de décantation secondaire est la séparation de floc biologique de l'eau épurée. Les boues déposées sont recalculées 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 (épaissement-filtre presse). Les meilleurs résultats sont obtenus dans les ouvrages circulaires à fond fortement incliné mais dans notre cas on va prendre un décanteur rectangulaire.

Les données :

- vitesse de chute $V_{ch}=1.2*10^{-3}$ m/s
- Le débit entrant au décanteur $Q_{rej}=160\text{m}^3/\text{h}$
- Temps de séjour $T_s= 1.4$ h

5.7.1. Calcul du volume de décanteur secondaire

$$V = Q_{rej} * T_s = 160 * 1.4 = 224 \text{ m}^3$$

5.7.2. Calcul de surface horizontale

$$Q_{rej} = V_{ch} * S_h \quad \text{Alors } S_h = \frac{Q_{rej}}{V_{ch}} = \frac{0.044}{1.2 * 10^{-3}} = 36.66 \text{ m}^2$$

5.7.3. Calcul de la hauteur

$$V = S_h * H \quad \text{Alors } H = \frac{224}{36.66} = 6.11 \text{ m}$$

5.7.4. Calcul de la largeur et de longueur

$$S_h = L * l \quad \text{telque } L=2*l \quad \text{donc } S_h = 2 * l * l = 2l^2$$

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{36.66}{2}} = 4.28 \text{ m} \quad \text{Alors } L = 8.56 \text{ m}$$

Tableau 11: récapitulatif des résultats trouvé pour le calcul de décanteur secondaire

Paramètres	Unité	Valeurs
Débit entrant	m ³ /h	160
Volume	m ³	224
Surface horizontale	m ²	36.33
Hauteur	m	6.11
Longueur	m	8.56
Largeur	m	4.28
Temps de séjour	h	1.4

5.8. Traitement tertiaire

5.8.1. Traitement des boues

Les boues du traitement par boues activé à faible charge sont fortement minéralisées donc, il n'est pas nécessaire de les traiter dans le stabilisateur

Après épaissement, les boues sont envoyées aux tapé presse

5.8.2. Dimensionnement de l'épaisseur

Il reçoit les boues issues à partir de bassin de coa-floc, UASB, décanteur primaire et décanteur secondaire

Donc la quantité des boues à l'entrée de l'épaisseur $DX_S = 22097.04 \text{ kg/j}$ avec une concentration de 80 g/l

5.8.3. Le débit arrivant au épaisseur

$$Q_E = \frac{DX_S}{C_b} = \frac{22097.04}{80} = 276.213 \text{ m}^3/\text{j}$$

5.8.4. Le volume de l'épaisseur

$$V = Q_E * T_s = 276.213 * 2 = 552.426 \text{ m}^3$$

Ts temps de séjour 2 jour

5.8.5. La surface horizontale

On prend H=5m

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{552.426}{5} = 110.48 \text{ m}^2$$

5.8.6. La largeur et la longueur

$$S_h = L * l \text{ Avec } L = 2 * l \text{ donc } S_h = 2 * l^2$$

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = 7.43 \text{ m}$$

$$L = 14.86 \text{ m}$$

Tableau 12 : récapitulatif des résultats trouvé pour le calcul de l'épaisseurs

Paramètres	Unité	Valeurs
Débit des boues	m ³ /j	276.213
Volume	m ³	552.426
Surface horizontale	m ²	110.48
Hauteur	m	5
Longueur	m	14.86
Largeur	m	7.43
Temps de séjour	j	2
DX_S	kg/j	22097.04
C_b	g/l	80

Conclusion

Dans ce chapitre on a dimensionné les différents parties de la station d'épuration des eaux usées provenant de la Maïserie de AMIDOR, pour le prétraitement et le traitement primaire on a dimensionné le dégrilleur, le bassin de coagulation-floculation, le digesteur et le décanteur primaire dans le traitement secondaire on a dimensionné le bassin d'aération ainsi que le décanteur secondaire et on a terminé par la filière traitement des boues

Chapitre V : Calcul hydraulique

1.Introduction

Dans ce chapitre, nous effectuerons des calculs structurels pour nous assurer que l'eau s'écoule d'un bassin à l'autre. Ces calculs porteront sur diverses canalisations de drainage, canalisations de dérivation, canalisations qui fuient, structures de raccordement de bâtiments, déversoirs d'eau de pluie et canalisations en forme de radeau de divers bâtiments afin d'assurer le bon fonctionnement de la station d'un point de vue hydraulique.

Remarque

Le débit pluvial est très fiable donc pas nécessaire pour faire un déversoir d'orage.

2.Relevage

2.1 Le volume du bassin

Pour le dimensionnement du bassin de forme rectangulaire on utilise le débit maximal rejetée par l'usine, Donc il faut calculer le volume de bassin :

$$V = \frac{t_s * Q_{rejt}}{4 * (N-1)}$$

Q_{rej} : Le débit de pointe par temps sec (m^3/s).

t_s : L'intervalle entre deux démarrages successifs de la pompe qui varie (6-20) mn.

n : Nombre de pompe.

$$V = \frac{0.016 * 20 * 60}{4 * (2-1)} = 5 \text{ m}^3$$

$$V = 5 \text{ m}^3$$

$$S = \frac{V}{H} = \frac{2.5}{2} = 2.5 \text{ m}^2$$

$$S = 2.5 \text{ m}^2$$

$L = 2.24 \text{ m}$ et $b = 1.12 \text{ m}$ on prend :

$$L = 2.24 \text{ m}$$

$$b = 1.12 \text{ m}$$

2.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

Pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement vers l'ouvrage d'entrée le dégrilleur sera calculé par la formule de Bonin $D_{eco} = \sqrt{Q_{rejt}}$ (m).

$$Q_{rejt} = 0.016 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow D_{eco} = \sqrt{0.016} = 0.129 \text{ m}$$

Donc le diamètre normalisé est $D = 130 \text{ mm}$

$$D = 80 \text{ mm}$$

La vitesse d'écoulement est :

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.016}{\pi * 0.130^2} = 1.205 \text{ m/s}$$

$$V = 1.205 \text{ m/s}$$

2.3. Calcul de la hauteur manométrique de la pompe

$$H = H_g + \sum h_{p \text{ lin}} + \sum h_{p \text{ sin}} + P_{exh}$$

Ou :

- H : pertes de charge totale dans la conduite sous pression, m ;
- H_g : différence des cotes de plan d'eau entre le puisard et le dégrilleur, m ;
- ΔH : $\sum h_{p \text{ lin}} + \sum h_{p \text{ sin}}$: pertes de charge linéaire et singulière.
- P_{exh} : pression à l'exaure (1:1.5) m.

Le refoulement se fera avec une conduite de **D = 130 mm** et d'une longueur de **L = 3m** vers les dégrilleurs.

$$H_g = h_2 - h_1$$

$$H_g = 34.5 - 32.5 = \mathbf{2 \text{ m.}}$$

- H_g : Hauteur géométrique
- h_2 : côte au niveau de bassin de récupération des rejets
- h_1 : côte au niveau de l'ouvrage d'entrée (dégrilleur).

Nous choisissons l'acier comme matériau de la conduite car il présente de bonnes performances du point de vue de la dureté, et le principal avantage de l'acier réside dans l'accumulation de haute valeur dans les propriétés mécaniques de base: impact, résistance à la déformation et à la rigidité irréversibles, résistance à la déformation élastique.

Tableau 1 : Les valeurs de K, m et β . [22]

Tuyau	K	m	β
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,774	1,77

Pour l'acier, on a :

- $K = 0,00179$
- $m = 5,2$
- $\beta = 1,9$

L'expression de perte de charge linéaire s'écrit :

$$\Delta H_{lin} = \frac{k * L * Q^B}{D^m}$$

K : coefficient de perte de charge (K = 0.00179).

- Q_{tp} : débit totale pompé.
- L : longueur de la conduite.
- D : diamètre de la conduite.
- B : coefficient dépendant le régime d'écoulement.
- m : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite.

alors : $\Delta H = 1,05 \left(\frac{0,00179 * 3 * (0,016)^{1,9}}{0,130^{5,2}} \right) = 0,08 \text{ m}$

$\Delta H = 0,08 \text{ m}$

HMT = 2 + 0.08 + 1,5 = **3.58 m**

HMT = 3.58 m

2.4. Choix de la pompe

On utilise des pompes d'assainissement pour le relevage des eaux usées de puisard vers l'ouvrage d'entrée. Donc pour choisir le type de pompe on utilise le catalogue Caprari (logiciel Caprari).

3. Profile hydraulique

Le profile hydraulique consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, qui nous renseignent sur la position de la ligne de charge.

Les cotes moyennes du terrain naturel des zones d'implantation des ouvrages sont représentées sur le tableau ci-dessous :

Tableau 2: cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents ouvrages

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)
Dégrilleur	37
Bassin de coag-flocu	34.8
UASB	34.5
Décanteur primaire	34
Bassin d'aération	33.5
Clarificateur	33

3.1. Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages

L'expression de perte de charge est exprimée par la formule de DARCY WEISBACH :

$$\Delta H = \frac{k * L * Q^\beta}{D^m} = C_{PA} - C_{PB}$$

Avec :

C_{PA} : côte du plan d'eau au point A

C_{PB} : côte du plan d'eau au point B

Diamètre :

D'après la formule (V.9) le diamètre est donné par cette formule :

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}}$$

Longueurs des conduites

Dans notre cas on a :

Tableau 3 : longueurs théoriques supposées des conduites entre les ouvrages

Ouvrages	L théoriques supposées (m)
Dégrilleur → bassin de coua-floc	3
bassin de coua-floc → UASB	5
UASB → décanteur primaire	8
Décanteur primaire → bassin d'aération	2

3.2. Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de BERNOULLI donné par :

$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$ P_1/W et P_2/W : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

- $V_1^2/2g$ et $V_2^2/2g$: énergies cinétiques en (1) et (2).
- Z_1 et Z_2 : cotes des points (1) et (2).
- H_{1-2} : pertes de charges dans le tronçon (1 – 2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

$$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$$

On pose que : $P_1/W = H_1$ et $P_2/W = H_2$

Donc : $H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2$

$$C_{P1} = H_1 + Z_1$$

$$C_{P2} = H_2 + Z_2$$

$$C_{P1}' = C_{P2}' + H_{1-2}$$

Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques :

Conduite Dégrileur → bassin de couag-floc

On a :

Cote du radier du dégrilleur (A) : 37m

Hauteur d'eau : 0,5 m

D'où : $C_{PA} = 37 + 0,5 = 37,5$ m

Cote du radier du bassin de coagulation-floculation (B) : 34,8 m

Hauteur d'eau : 2 m

D'où : $C_{PB} = 34,8 + 2 = 36,8$ m

$L = 3$ m.

A.1 Diamètre

$$D = \sqrt[5]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{pA} - C_{pB}}} \rightarrow D = \sqrt[5]{\frac{0,00179 * 3 * (0,016)^{1,9}}{37 - 36,8}} = 0,110 \text{ m} \quad \boxed{D_n = 120 \text{ mm}}$$

A.2 Cote piézométrique

$$D'où \text{ on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{0,00179 * 3 * Q^{1,9}}{D^{5,2}} = 33,6 \text{ m} \quad \boxed{C_{PB}' = 33,6 \text{ m}}$$

Bassin de coagulation-floculation → UASB :

$C_{PA}' = 36,9$ m

Cote de USAB : 34,5 m

Hauteur d'eau : 9,5 m

D'où : $C_{PB} = 34,5 + 9,5 = 44$ m

$L = 5$ m

D.1 Diamètre

$$D = \sqrt[5]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{pA} - C_{pB}}} \rightarrow D = \sqrt[5]{\frac{0,00179 * 5 * (0,016)^{1,9}}{36,9 - 44}} = 0,115 \text{ m} \quad \boxed{D_n = 120 \text{ mm}}$$

D.2 Cote piézométrique :

$$\boxed{C_{PB}' = 43 \text{ m}}$$

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{k * L * Q^\beta}{D^m} = 43 \text{ m}$$

UASB → décanteur primaire

$$C_{PA}' = 43 \text{ m}$$

Cote de radier de décanteur primaire (B) : 34 m

Hauteur d'eau : 5 m

$$D'où : C_{PB} = 34 + 5 = 39 \text{ m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

C.1 Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{pA} - C_{PB}}} \rightarrow D = \sqrt[5.2]{\frac{0,00179 * 9 * (4,63 * 10^{-3})^{1.9}}{43 - 39}} = 0.112 \text{ m} \quad \boxed{D_n = 120 \text{ mm}}$$

C.2 Cote piézométrique

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{k * L * Q^\beta}{D^m} = 33.8 \text{ m}$$

$$\boxed{C_{PB}' = 38.8 \text{ m}}$$

Décanteur primaire → bassin d'aération

$$C_{PA}' = 38.8 \text{ m}$$

Cote de radier de bioréacteur (B) : 33.5 m

Hauteur d'eau : 5 m

$$D'où : C_{PB} = 33.5 + 2,5 = 38.5 \text{ m}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

C.1 Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{pA} - C_{PB}}} \rightarrow D = \sqrt[5.2]{\frac{0,00179 * 9 * (4,63 * 10^{-3})^{1.9}}{38.8 - 38.5}} = 0.110 \text{ m} \quad \boxed{D_n = 120 \text{ mm}}$$

C.2 Cote piézométrique

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{k * L * Q^\beta}{D^m} = 38.4 \text{ m}$$

$$\boxed{C_{PB}' = 38.4 \text{ m}}$$

Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons calculé les différentes calculs hydraulique et atteint les objectifs attendus du projet à savoir :

- Les diamètres des conduites reliant les ouvrages.
- Différentes cotes piézométriques afin de déterminer la ligne d'eau

Chapitre VI : Gestion et Exploitation

1. Introduction

Après dimensionnement de la station d'épuration, elle doit être suivie et entretenue pour assurer son bon fonctionnement. Ce dernier est indissociable d'une exploitation attentive du réseau ainsi que la gestion des boues qui est un élément fondamental.

On note aussi la nécessité de prélever des échantillons dans les eaux rejetées par la station d'épuration et contrôler qu'elles respectent bien l'autorisation de rejet.

2. Relevage des compteurs et observation

2.1. La mesure des débits

Pour les stations équipées d'un débitmètre enregistrant les débits journaliers, il est demandé de noter les débits journaliers dans la colonne « volume ». Le volume total du mois est calculé en faisant la différence entre les index du dernier et premier jour du mois.

Pour les stations équipées d'un poste de relèvement, le volume est estimé par le relevé hebdomadaire des compteurs horaires et le débit des pompes. Un étalonnage régulier des pompes est nécessaire.

2.2. Le relevé des compteurs horaires

Une fois par semaine, le nombre d'heure inscrit par compteurs (relevage, turbine d'aération, recirculation, etc.) est relevé. Ce relevé permet de déceler la présence d'une anomalie sur les éléments électromécaniques de la station.

2.3. Le relevé du compteur d'électricité

Une fois par semaine, pour surveiller la consommation électrique de la station. Une hausse ou une chute de la consommation peut traduire une usure ou le dysfonctionnement des appareils électromécaniques.

2.4 Le déversoir d'orage

Si celui-ci se trouve sur le site de la station, il doit être équipé d'un détecteur de surverse pour connaître la fréquence de déversement. Un report hebdomadaire est demandé dans la colonne

« Déversement ». Le but est de savoir si de l'eau usée non épurée passe en surverse ou pas, notamment par temps sec.

2.5 La transparence

Avec un disque de Secchi, ce test permet d'apprécier la limpidité de l'effluent traité. A réaliser lors de chaque passage.

On plonge dans le clarificateur, un disque de Secchi et on note la profondeur (h) à laquelle il devient invisible.

Disque de Secchi : disque blanc de 30 cm de diamètre fixé en son centre à un manche, d'une longueur d'environ 1m80 et gradué de 10 en 10 cm.

2.6. Les déchets de prétraitements

Le volume des déchets de prétraitement doit être estimé par : comptage de poubelles évacués, de sacs évacués (tamis rotatif), etc. La destination est à indiquer.

2.7. Observations

Doivent être mentionnés sous cette rubrique, tous les événements inhabituels que peut avoir subi la station : station disjonctée par un orage, appareil en panne (date de la panne et date de remise en service), violents apports d'eaux avec curage de réseau, apparition de mousses, pertes de boue, etc.

Toutes modifications sur les réglages des appareils électromécaniques sont notées (aération, recirculation, etc.) avec la date et la teneur de ces modifications.

3.Relevage des effluents

3.1. Rôle

Assurer le transport d'effluent à un niveau plus élevé.

3.2. Types

Par 02 pompes à partir d'un bassin rectangulaire qui a la hauteur de $H=4m$

3.3. Automatisation

Suivant les débits reçus par sonde de niveau

(Contacteurs de niveau - compteur horaire sur équipements et sur le trop-plein).

3.4. Suivi

Inspection visuelle journalière du bassin de relevage et du débit des pompes (colmatage...).

Relevé des compteurs horaires.

Contrôle régulier du débit des pompes.

3.5. Entretien

Nettoyage une fois par semaine de la surface et des parois du bassin (écumage - lavage au jet)

Nettoyage une fois par semaine des contacteurs de niveau.

Vidange régulière des dépôts

3.6. Matériels utilisés

Tuyau d'arrosage à forte pression.

3.7. Temps nécessaire d'entretien :

5 à 10 mn/semaine.

4. Dégrillage (prétraitement)

4.1 Rôle

Retenir les gros déchets.

4.2 But

Eviter :

- Le colmatage des pompes de relèvement.
- L'accumulation de déchets non biodégradables (couverture extérieur de maïs ...) sur les ouvrages.
- Le colmatage des canalisations de transfert.

4.3 Types

A nettoyage automatique.

4.4. Automatisation :

(Dégrilleur automatique) : un ou plusieurs fonctionnements brefs / H

4.5. Dysfonctionnement :

Un défaut d'entretien ou une panne prolongée (équipement auto) entraîne une mise en Charge des collecteurs :

- Rétention de dépôts en fermentation pouvant occasionner des perturbations de

Fonctionnement de la station

- Risques d'odeurs (H₂S)

4.6. Suivi :

Contrôle visuel journalier des équipements électromécaniques

Inspection journalière de la quantité de déchets retenus.

4.7. Entretien :

- Nettoyage journalier de la grille manuelle (la fréquence pourra être réduite suivant l'importance des déchets retenus).

4.8. Matériels utilisés :

Râteau ou fourche.

4.9. Temps nécessaire d'entretien :

1 à 2 mn par manipulation.

4.10. Devenir des déchets :

- Stockage en décharge
- Incinération après compactage.

5. Boues activés (Traitement biologique)**5.1. Entretien hebdomadaire :**

- Faire le tour de l'ouvrage pour déceler toutes anomalies (odeur, couleur, débit, départ de boues)
- Vérifier le déversoir d'orage.
- Vider le panier de dégrillage du poste de relèvement.
- Nettoyer les prétraitements et évacuer les déchets.
- Nettoyer les parois des bassins.
- Nettoyer la goulotte du clarificateur.
- Contrôle du fonctionnement des moteurs, des voyants et compteurs de l'armoire électrique.
- Effectuer les tests NH₄ et NO₃ sur effluent traité.
- Renseigner le cahier d'exploitation (compteur horaire, compteur électrique, disque de Secchi)
- Volumes de boues extraites, volume de prétraitements extrait
- Nettoyage et vidange des appareils électromécaniques (pompes, turbines).
- Vérification de l'installation électrique par un professionnel agréé.

6. Aération des boues (Traitement biologique)**6.1. Rôle :**

Fournir l'oxygène en suffisance aux bactéries

Assurer un brassage homogène du bassin

6.2. But :

Maintenir la bonne activité des bactéries pour assurer une élimination correcte de la pollution carbonée et azotée.

6.3. Types d'aérateurs :

Insufflation d'air

6.4. Automatisation :

Fonctionnement simultané des aérateurs sur cycles longs avec des arrêts maxi de 1 H 30 à 2 H

6.5. Dysfonctionnements :

Des dégradations notables de la qualité du rejet peuvent être provoquées par :

- Une insuffisance d'aération en raison :
- D'une surcharge polluante
- D'une concentration en boue trop élevée
- Un excès d'aération (présence de nitrates (NO₃), rejets de flocons de boues (dénitrification).

6.6. Suivi :

Relevé des compteurs horaires

Une à plusieurs fois par semaine, contrôle des rejets d'ammoniaque et de nitrates sur l'eau épurée par des tests simples et comparateur colorimétrique à des jours différents de la semaine et en alternance matin et après-midi.

Ce contrôle se fera sur un échantillon moyen 24 H.

A chaque fois que sont observées des remontées de flocons de boues sur le clarificateur ou des formations anormales d'écumes, le test nitrate sera réalisé en sortie de bassin 30 à 60 mm après l'arrêt des aérateurs.

Les réglages devront être adaptés en fonction des résultats obtenus.

6.7. Temps nécessaire :

Ammoniaque : 2 minutes

Nitrate : 1 minute.

7. Décantation des boues**7.1. Rôle :**

Séparer les phases eau et boue.

7.2. But :

Séparer les phases eau et boue.

Assurer un rejet de matière en suspension le plus réduit possible

7.3. Types de décanteurs :

Raclé

7.4. Dysfonctionnements :

La décantation des boues peut être notablement perturbée par :

- Une surcharge hydraulique (vitesse ascensionnelle maxi : 0,6 m/h)
- Un défaut de recirculation.

7.5. Suivi :

1 à 2 fois par semaine : test de décantation en éprouvette

Vérification journalière de la limpidité et du niveau des boues dans le décanteur.

Les réglages d'extraction devront être adaptés en fonction des résultats de décantation obtenus.

7.6. Entretien :

Vidange régulière de fond.

7.7. Matériel pour l'entretien :

Une installation de tuyauterie permet à évacuer les boues décanter vers les bassins de drainage graviteraient

7.8. Temps nécessaire :

On va utiliser les pompes de drainage chaque

7.9. Matériel pour le suivi :

1 à 2 éprouvettes d'un litre (en plastique)

1 chronomètre

1 disque blanc de mesure de la turbidité ou disque de Secchi.

7.10. Temps nécessaire :

Décantation en éprouvette : 30 mn

Mesure de la limpidité et du niveau des boues : 30 secondes.

8. Recirculation des boues**8.1. Rôle :**

Evacuer les boues décantées dans le clarificateur.

8.2. But :

Assurer un ensemencement des boues.

8.3. Types :

Reprise directe dans le clarificateur ou le bassin biologique.

8.4. Matériel utilisé

02 pompe au niveau de clarificateur qui permet à recercler les boues décanté vers les bassins biologiques

8.5. Dysfonctionnement :

Une insuffisance de recirculation va provoquer un stockage des boues dans le clarificateur et favoriser un gonflement des boues, des rejets de boues.

8.6. Suivi :

S'assurer d'un débit permanent de recirculation égal à :

Adapter en conséquence le réglage du tube télescopique

Adapter les automatismes

Relevé des compteurs horaires

Inspection visuelle journalière du puits de recyclage et du débit des pompes

Contrôle régulier du débit des pompes

8.7. Entretien :

Nettoyage une fois par semaine des contacteurs de niveau.

8.8. Temps nécessaire d'entretien :

5 à 10 mn par semaine

Proscrire tout arrêt prolongé de la recirculation.

9. Extraction des boues**9.1. Rôle :**

Evacuer les boues en excès de la filière eau vers la filière boue.

9.2. But :

Maintenir une concentration en boue activée constante.

9.3. Automatismes :

Plusieurs fonctionnements journaliers de 1 à 5 mm maxi suivant les besoins, régulièrement

9.4. Dysfonctionnements :

Une insuffisance des extractions de boues va favoriser une surcharge en boues du bassin d'aération et favoriser un défaut d'aération, ce qui va nécessiter une augmentation du fonctionnement des aérateurs, d'où une surconsommation d'énergie électrique.

9.5. Suivi :

Contrôle 1 à 2 fois par semaine de la décantation des boues en éprouvette.

Réglage du temps d'extraction en fonction du résultat obtenu.

Relevé des compteurs horaires.

Contrôle régulier du débit des pompes.

10. Lit bactérien

10.1. Entretien hebdomadaire :

Vérifier l'alimentation par bâchées du lit bactérien.

- Surveillance des bouches d'aération du lit bactérien.
- Nettoyage du canal de comptage et de la goulotte du clarificateur.
- Contrôle du fonctionnement des moteurs, des voyants et compteurs de l'armoire électrique.
- Effectuer les tests NH₄ et NO₃ sur effluent traité et adapter les réglages.
- Renseigner le cahier d'exploitation

10.2. Entretien régulier :

- Nettoyer les flotteurs, câbles électriques et chaînes du poste de relèvement.

10.3. Entretien annuel :

- Nettoyage et vidange des pompes.
- Extraire les boues digérées

10.4. Points remarquables de la filière :

- Le digesteur ne doit pas être vidangé en totalité (arrêt des apparitions de boues claires et fluides).

- Le réglage de la recirculation des boues et du recyclage des eaux est capital pour permettre un auto-curage constant et éviter un lessivage du lit bactérien ainsi qu'un départ de boues du clarificateur.

11. Hygiène et sécurité

Tout ouvrage conduite, pompes, digesteur...usé dans la station d'épuration peut présenter un danger si certaines précautions, souvent élémentaires, ne sont pas respectées.

11.1. Les risques

- Infections
- Produits dangereux
- Dangers mécaniques
- Dangers électriques
- Noyade
- Gaz

11.2. L'Infection

Les effluents sont riches en agents pathogènes très dangereux (typhoïde, hépatite, tétanos, méningite, poliomyélite, parasitoses, leptospirose...).

Comment se protéger :

- Avoir une hygiène régulière des locaux,
- Eviter les contacts directs avec les eaux (en particulier les eaux brutes et boues),
- Prendre soin de la propreté des mains et des vêtements après intervention (risque de propagation de l'infection),
- Se laver les mains avec un savon antibactérien.
- Rincer puis laver les vêtements souillés à part

11.3. Produits dangereux

Certaines unités d'intègrent dans leur traitement des produits dangereux (chlorure ferrique, acide sulfurique, polymère...). Par ailleurs, les réactifs utilisés dans les tests analytiques sont souvent très agressifs.

Comment se protéger :

- Si possible travailler à proximité d'un point d'eau potable
- Lire les étiquettes d'information et respecter les consignes d'utilisation et de stockage.
- Porter les EPI nécessaires.

11.4. Dangers mécaniques

- Ranger l'outillage correctement
- Fermer les regards après chaque intervention
- Prévoir des carters de protection autour des équipements en mouvement (dégrilleur courbe, pont racleur...)

Lors d'une intervention sur un équipement électromécanique :

- Consigner électriquement l'équipement (ouverture du sectionneur à fusible)
- Attention aux automatismes.

Prévoir des aménagements pour améliorer la sécurité

- Installer des arrêts d'urgence type « coup de poing » près des équipements Électromécaniques.

11.5. Dangers électriques

En règle générale, les moteurs utilisés dans le traitement des eaux usées (PR, STEP...) sont alimentés en 400 V (triphase). Les risques d'électrocution mortelle sont donc accrus.

Comment se protéger :

- Veiller au bon état de tous les éléments électriques (câbles, conducteur, boîte de raccordement...)
- Contrôler l'absence d'humidité dans l'armoire électrique
- Vérifier l'efficacité de la prise de terre.
- Toute intervention dans l'armoire électrique doit être réalisée par du personnel habilité : Tout bricolage est à proscrire.
- Pour plus de sécurité, il est impératif de faire contrôler la conformité des équipements électriques (armoire et moteurs) par un organisme agréé et ce une fois par an.

11.6. Noyade

Les ouvrages utilisés dans le traitement des eaux sont souvent profonds et rarement équipés d'échelle pour en sortir.

Comment se protéger :

- Eviter de marcher sur des parois de bassins dépourvus de passerelles,
- En période de gel, prévoir de la sciure, du sel ou du sable pour éviter les glissades,
- Panneaux de signalisation de dangers,
- Brassière, gilet de sauvetage.

11.7. Gaz

Les gaz émanant des eaux usées peuvent provoquer des incendies, des explosions ou entraîner l'asphyxie du personnel qui y est exposé.

Comment se protéger :

- Avant d'intervenir dans un réseau d'assainissement (y compris poste de relèvement), penser à bien ventiler au préalable,
- Avant de descendre, utiliser si possible un détecteur de gaz.

11.8. Danger H₂S

C'est un gaz présent en quantité plus ou moins importante dans la station parce que est utilisé pour le trempage., il peut être mortel :

12. Les équipement électromécaniques (Notion de base)

La tension (ou force électromotrice ou DDP).

La tension est nécessaire pour que le courant électrique puisse circuler dans un circuit fermé.

Son unité = le volt (V)

Son symbole = U – FEM ou DDP

Les tensions les plus fréquemment rencontrées sur les ouvrages d'épuration sont :

- 24 V : Tension généralement présente dans les armoires de commande : on parle de tension/ou circuit de télécommande.

- 220 V/240 V : Tension de référence pour l'alimentation d'équipement et monophasé (tension domestique courante).

De nombreux circuits de télécommande sont encore alimentés en 220 V (Risque électrique important).

- 380 V/400 V : Tension de référence pour l'alimentation d'équipement en triphasé : on parle de tension ou/circuit de puissance.

Une grande majorité des moteurs sont alimentés en 380 V.

L'intensité :

L'intensité ou le débit est la quantité d'électricité qui circule dans un conducteur pendant 1 seconde.

Son unité = Ampère (A)

Son symbole = I

Sur une station d'épuration, les intensités rencontrées vont de quelques milliampères (1/1000 d'ampère) à plusieurs dizaines, voire centaines d'ampère.

- Intensité de mesure de débit = de 4 à 20 mA

- Intensité d'une pompe de relèvement

- Exemple d'une pompe débitant 50 M³/h à 5 m de HMT

I ~ 3 A

- Intensité d'un surpresseur d'air :

- Exemple d'une station de 10 000 EH

I ~ 60 A

Conclusion

Gérer et exploiter une STEP reposent essentiellement sur deux (02) critères que l'exploitant doit impérativement respecter et appliquer rigoureusement :

- 1- L'entretien permanent de l'ensemble des ouvrages de la STEP permet d'exploiter la station dans de très bonnes conditions et contribuer ainsi à ses performances et à l'augmentation de sa durée de vie.
- 2- L'hygiène et la sécurité dans le travail est un paramètre important car il y va de la santé et même de la vie de l'ensemble du personnel de la station.

Conclusion générale

Conclusion général

L'objectif du traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui répond aux normes de rejets imposées par la législation et pouvant par suite être évacuée sans danger dans le milieu naturel ou bien être utilisée dans le cadre de mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage).

Dans cette optique, l'objectif de notre travail est la conception d'une station d'épuration des eaux usées une unité de maïs. Les eaux usées produites par cette industrie sont de bonne biodégradabilité, en vue d'obtenir une eau de haute qualité notre choix c'est porté sur une unité de traitement par boue activées. Ce dispositif présente de résoudre les risques sanitaires et environnementales. Car il reste actuellement le plus utilisé, il nécessite des surfaces plus réduites et assure une meilleure qualité de l'effluent rejeté avec de bons rendements épuratoires.

Quant au choix du régime de traitement, il s'est arrêté sur celui à faible charge, et cela en raison de la qualité de l'effluent ainsi que la taille des ouvrages de traitement de point de vue économique, on note aussi la quantité des boues en excès qui est énorme pour le cas de la variante à faible charge.

Cette technique consiste à revaloriser les eaux usées en y introduisant un concentré de bactéries diverses. On ajoute à ce mélange un brassage mécanique qui permet l'oxygénation du tout, nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et à la dégradation des matières. Ces dernières mangent les substances polluantes et les transforment en boues.

Après la réalisation de cette station d'épuration, les eaux usées rejetées de la maïserie vont suivre les normes algériennes selon l'article n 2 du 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, ce qui entrainera la diminution de la pollution dans le milieu naturel.

A la fin de ce travail, on constate que le domaine de l'épuration industriel est primordial pour la protection de l'environnement en éliminant les pollutions organiques, chimiques qui peuvent avoir un impact négatif sur la vie hygiénique humaine et animale.

Référence bibliographique

- [01] **M. GIDDINGS, (1997)** : La lumière sur l'eau potable. Santé Canada.
- [02] **G. BERGER, J.F. SABOURET, M. TISSIER, (2004)** : Dossier scientifique : L'eau. CNRS, France.
- [03] **S. BAUMONT, J.P. CAMARD, A. LEFRENC & A. FRANCONIE, (2004)** : Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [04] **J.R. VAILLANT, (1974)** : Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- [05] **R. DESJARDINS, (1997)** : Le traitement des eaux. 2^{ème} édition. Ed. Ecole polytechnique.
- [06] **F. EDLINE, (1979)** : L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.

- [07] **J.A. FABY & F. BRISSAUD, (1997)** : L'utilisation des eaux épurées en irrigation.

- [08] **CAUCHI & al., (1996)** : Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration.

- [09] **D. XANTHOULIS, (1993)** : Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires.

- [10] **G. MARTIN, (1979)** : Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et Documentation, Paris, 279p.

- [11] **F. CHELLE, M. DELLALE, M. DEWACHTER, F. MAPAKOU & L. VERMEY, (2005)** : L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15p.

- [12] **T. ASANO, (1998)** : Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475p.

- [13] **AFIR & MEZAOUA, (1984)** : Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali. Mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.

- [14] **F. GALAF & M. GHANNA, (2003)** : Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un siteWeb sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état.

- [15] **ENCYCLOPÉDIE, (1995)** : Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. Epuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.

- [16] **J. MAYET, (1994)** : La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur. 2^{ème} Edition, p382, Paris.

- [17] **G. KECK & E. VERNUS, (2000)** : Déchets et risques pour la santé. Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p.

- [18] **J. RODIER & al. (1996)** : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition. DUNOD. Paris.

- [19] **F. REJSEK, (2005)** : Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.

- [20] **F. TARMOUL & M. SODI, (2007)** : Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel. Tribune de l'eau N° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp: 27-32.

- [21] **R. FOURNIER, (2007)** : Régis. Les attentes de l'industrie amidonnière. France. Maisadour semences. <http://www.maisadour-semences.fr/qualite-mais-amidonnerie.html>.

- [22] **L. LABUSSIÈRE, (2008)** : Le marché de l'amidon : ses acteurs, son développement et ses challenges futurs. France. Blog agroalimentaire.

- [23] **B. LEGUBE, (1996)** : Le traitement des eaux superficielles pour la production d'eau potable, agence de l'eau loir –Bretagne.

- [24] **RODART & al, (1989)**: Modélisation statistique d'une usine de traitement de L'eau potable. Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées. Montpellier.