

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

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi , Bordj
Bou-Arridj



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de

Master en Génie civil

Option : structures

Présenté par

- Djendi Redhouane
- Torche Achraf

Titre

Conception et Dimensionnement d'une station d'Épuration
(STEP)
pour la ville d'El Anasseur, wilaya de BBA

Soutenu devant le jury composé de :

-Mr BENSELAMA Boualam	MCB	Univ.BBA	Président
- Mr ROKBANE Abd El Madjid	MCB	Univ.BBA	Encadreur
-Mr CHALANE Mourad	MCA	Univ.BBA	Examinateur
- Mr LOGZIT Nacer	MCA	Univ-BBA	Co-encadreur
-Mr MESSAD Mokhtar	MCA	Univ.BBA	Examinateur
-Mr ZORAI Ameir	MCB	Univ.BBA	Examinateur

2023/2024

Résumé

Le traitement des eaux usées devient de plus en plus une nécessité vis-à-vis de l'environnement et de la santé publique. Ce travail est réservé à l'étude de conception et de dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville d'El Annasseur à BBA. Pour réaliser cette tâche, deux parties ont été élaborées, d'abord pour l'aspect hydraulique, nous avons estimé les besoins en eaux domestiques et d'équipements afin de dimensionner les ouvrages de la STEP. Dans le deuxième volet une étude génie civil a été élaborée pour assurer la stabilité et la résistance des ouvrages.

Mots-clé

STEP, Eaux usées, Dimensionnement hydraulique, calcul Génie civil, Environnement.

Abstract

Wastewater treatment is becoming increasingly important for the environment and public health. This work is dedicated to the design and sizing of a wastewater treatment plant for the town of El Annasseur in BBA. To achieve this task, two parts were elaborated, first for the hydraulic aspect, we estimated the domestic water and equipment requirements in order to size the WWTP structures. Secondly, a civil engineering study was carried out to ensure the stability and resistance of the structures.

Keywords

STEP, Wastewater , Hydraulic design, Civil engineering calculations, Environment.

ملخص:

أصبحت معالجة مياه الصرف الصحي أكثر فأكثر فيما يتعلق بالبيئة والصحة العامة. هذا العمل مخصص للتصميم وتغيير حجم محطة المعالجة لمدينة العناصر في برج بوعريريج. لاجل هذه المهمة، تم وضع جزأين، أولاً للجانب الهيدروليكي، لقد تلقينا الاحتياجات المنزلية والمعدات من أجل الحجم تعمل الخطوة. في القطع الثانية، تم استبيان دراسة الهندسة المدنية ضمان استقرار ومقاومة الأعمال.

الكلمات المفتاحية: محطة الصرف الصحي، المياه المستعملة، التحجيم الهيدروليكي، حساب الهندسة المدنية، البيئة.

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu, le Tout-Puissant et le Miséricordieux, qui nous a accordé la santé, la patience et le courage pour accomplir ce travail modeste.

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'aide de nombreuses personnes auxquelles nous souhaitons exprimer notre gratitude.

Nous souhaitons tout d'abord exprimer notre profonde reconnaissance aux professeurs encadrants, les respectés Dr logzit nacer et Dr Rokbane abdelmadjid, pour leur patience et leur disponibilité, et en particulier pour leurs conseils avisés qui ont nourri nos idées.

Nous adressons également nos remerciements chaleureux aux membres du comité de supervision de notre recherche pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant de le revoir et de l'enrichir avec leurs propositions, leurs questions et leurs remarques

Étant donné l'impossibilité de mentionner tous les individus, nous tenons à exprimer notre gratitude à nos amis et collègues ainsi qu'à tous ceux qui nous ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de notre parcours.

Dédicace

Je dédie ma graduation à mes parents qui se reprochent leurs efforts et leur travail acharné. J'ai pu atteindre ce point grâce à leur soutien et à leurs encouragements. Je leur souhaite bonheur et succès dans leur vie. Je remercie mes amis qui ont toujours été à mes côtés et qui se sont réjouis de ma réussite. Je prie Dieu de les guider et de leur accorder le succès dans leur avenir. Je remercie également tous ceux qui m'ont apporté de l'aide, même minime, pour surmonter les difficultés que j'ai rencontrées dans mon parcours académique.

Merci!

Table des matières

1	Généralités	12
1.1	Eaux usées	12
1.2	Sources des eaux usées	13
1.2.1	Pollution domestique	14
1.2.2	Pollution industrielle	14
1.2.3	Pollution agricole	16
1.2.4	Pollution des eaux pluviales	17
1.2.5	Pollution d'origine naturelle	18
1.2.6	Caractéristiques et composition des eaux usées	19
1.2.7	Les paramètres caractéristiques des eaux usées	20
1.3	Présentation de milieu d'étude	20
1.3.1	Présentation de l'ONA	20
1.4	Présentation de la ville de El Anasser	20
1.4.1	Situation géographique	21
1.4.2	situation climatique	21
1.4.3	Activités industrielles	21
1.5	Étapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activé de l'Annasser :	22
1.5.1	Prétraitement	22
1.5.2	Traitements primaire	25
1.5.3	Traitement biologique (secondaire)	25
1.5.4	Traitement des boues	26
2	Dimensionnement de la station d'épuration de la ville Annasser	29
2.1	Débit d'équipements	29
2.2	Évaluation des charges polluants	30
2.2.1	Estimation des débits	30
2.2.2	Estimation des charges polluantes	32

2.2.3	L'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement	32
2.3	Dégrillage	32
2.3.1	Surface de la grille	32
2.3.2	Hauteur de la grille	33
2.3.3	Nombre des barreaux	34
2.3.4	Pertes de charges	34
2.4	Dessablage déshuillage forme de rectangle	35
2.4.1	Quantité de matières éliminées	37
2.4.2	Caractéristique des dimension et performance du dessableur rectangulaire	37
2.4.3	Dimensionnement de décanteur primaire	38
2.4.4	Conclusion	43
3	Partie génie civil	44
3.1	Décanteur primaire	45
3.1.1	Calcul manuel	45
3.1.2	Calcul automatique :	48
3.1.3	schéma d'exécution	50
3.2	Dessablage	51
3.2.1	calcul manuel	51
3.2.2	Réservoirs ou cuves parallélépipédiques	51
3.2.3	calcul automatique	54
3.2.4	schéma d'exécution	57

Table des figures

1.1	Illustration des eaux usée	12
1.2	Illustration des eaux usée	12
1.3	Illustration d'eau	13
1.4	Illustration présentes quelques sources de la pollution domestique	14
1.5	L'utilisation d'eau dans la cuisine	14
1.6	Illustration représente une des source de la pollution domestique	15
1.7	Eaux polluant industriellement	15
1.8	Quelques sources de la pollution industriel	16
1.9	Pollution agricole de l'eau	16
1.10	Illustration présente la pollution agricole de l'eau	17
1.11	Illustration présente un des causes de la pollution agricole	17
1.12	Pollution pluvial d'eau	18
1.13	Illustration présente les origine de la pollution pluviale	18
1.14	Pollution naturelle de l'eau	18
1.15	Illustration présente un des cause d'origine de la pollution des eaux	19
1.16	Localisation de la commune dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj	21
1.17	Dégrillage, dessablage et déshuilage / dégraissage - definitive ecology	22
1.18	dégrillage	23
1.19	Déshuilage	23
1.20	Déshuilage	24
1.21	Dessablage	24
1.22	Décanteur primaire	25
1.23	Image du décanteur primaire	25
2.1	dégrillage, longueur $l= 3m$, Largeur = $2m$, hauteur= $2m$	34
2.2	dessablage	35
2.3	deshuillage	36
2.4	Les trois étapes de traitement de l'eau	37

2.5	schéma du bassin d'aération	41
3.1	Diagramme de la traction dans la paroi.	47
3.2	Décanteur prmaire en 3D (Robot)	48
3.3	Diagramme des forces hydraustatique	49
3.4	Diagramme De La Traction Dans La Paroi ($N_{max} = 18.27KN$)	49
3.5	Vue en Plan et coupe en élévation du décanteur primaire	50
3.6	Schéma de ferrailage de la paroi du décanteur primaire	51
3.7	Sollicitations dans un cadre soumis à des pressions internes	52
3.8	Dessablage en 3D (ROBOT)	54
3.9	Dessablage en 2D (ROBOT)	55
3.10	Diagramme De La Traction Dans La Paroi	55
3.11	Diagramme De Moment Dans La Paroi	56
3.12	Déplacement de la structure sous ELS	56
3.13	Vue en plan et coupe en élévation du dessablage	57
3.14	Schéma de ferrailage de la paroi du dessablage	58

Liste des tableaux

2.1	Résultat d'équipements d'éducation	29
2.2	Résultat d'équipements de l'enseignement supérieur	29
2.3	Résultat d'équipements économiques	29
2.4	Résultats d'équipements sanitaires	30
2.5	Résultats d'équipements de zone d'activité	30
2.6	Résultats d'équipements des Intérêts de sécurité	30
2.7	Résultats d'équipements de culte (La prière)	30
2.8	Résultats d'équipements de lavage	30
2.9	Estimation des charges polluantes	33
2.10	La haut de l'ouvrage ($h = 2 m$, Largeur = $2 m$, longueur $l = 3 m$	35
2.11	Caractéristique des dimension et performance du dessableur rectangulaire .	38
2.12	Mesure du bassin d'aération	40
2.13	Volume du bassin d'aération	41
2.14	Dimensionnement et performances du bassin d'aération	43
3.1	Résultats de calcul des efforts de traction dans la paroi	46

Liste des abréviations et symboles

- b : épaisseur des barreaux de la grille.
D : Dotation théorique (l/j/ha) égale à 150 l/j/hab.
DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.
 e : espacement entre les barreaux.
L : Largeur de la grille.
MES : matières en suspension.
MM : matières minérales.
MO : matière organique.
MS : matière sèche.
MV : matières volatiles.
MVS : matières volatiles en suspension.
N : Nombre d'habitants.
Q_{mj} : Débit moyen journalier des eaux usées domestiques
Q_{moy h} : Débit moyen horaire.
Q_{moy j} : Débit moyen journalier (m^3/j)
Q_{ptp} : Débit de pointe par temps de pluie.
Q_{pts} : Débit de pointe par temps sec.
S : Surface de la grille.
STEP : station d'épuration.
V : Vitesse de l'écoulement des eaux brutes à l'entrée.
 θ : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal.
 β : Fraction de la surface occupée par les barreaux.
 ΔH : perte de charge en mètre d'eau.

Introduction générale

La pollution de l'eau résulte de modifications physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques de ses caractéristiques naturelles, causées par les activités humaines. Ces altérations peuvent compromettre l'environnement, affecter les ressources en eau de surface et souterraines, et poser de sérieux risques pour la santé publique. C'est pourquoi il est essentiel de traiter les eaux usées avant de les déverser dans les écosystèmes. L'épuration des eaux usées vise à diminuer la quantité de polluants qu'elles contiennent. Pour cela, elles sont dirigées vers des stations d'épuration conçues pour concentrer la pollution en un résidu compact, les boues, et pour rejeter une eau épurée répondant à des normes strictes, grâce à des processus physico-chimiques ou biologiques.

Notre projet de fin d'études, vise à concevoir une station d'épuration à boues activées pour traiter les eaux usées de la ville d'El Anasseur. L'objectif est de préserver l'environnement naturel et la santé publique en éliminant les nuisances, tout en récupérant un volume d'eau supplémentaire apte à être réutilisé dans divers secteurs. Pour ce faire, nous avons structuré notre travail comme suit : Le premier chapitre donne des généralités sur les eaux usées urbaines et les différents procédés d'épuration des eaux usées, que doivent subir les eaux usées avant d'être rejetées dans le milieu naturel et présentation de la zone d'étude, qui est la ville d'El Anasseur et ces caractéristiques. Le deuxième chapitre consiste à faire une étude préliminaire dans laquelle on détermine les bases de dimensionnement de la station ainsi le choix du procédé de l'épuration (calcul hydraulique). Le troisième chapitre calcul génie civil. enfin, une conclusion générale est donnée pour résumer notre travail.

1.1 Eaux usées

Les eaux usées, sont une mixture diluée provenant de différents rejets à savoir : résidences, commerces, industries et autres places publiques. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels.



FIGURE 1.1 : Illustration des eaux usées

Avant le choix d'une filière de traitement, il est essentiel de connaître sa composition, qualité et caractéristiques de ces eaux usées.

A travers ce chapitre, nous essayerons d'offrir un aperçu général sur la provenance, les caractéristiques ainsi que le traitement des eaux usées.



FIGURE 1.2 : Illustration des eaux usées



FIGURE 1.3 : Illustration d'eau

1.2 Sources des eaux usées

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels.

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannées chargées de matières fécales, toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Elles peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

- 0. Les eaux domestiques.
- 0. Les eaux industrielles.
- 0. Les eaux agricoles.
- 0. les eaux pluviales.
- 0. Pollution d'origine naturelle.

1.2.1 Pollution domestique

Les eaux usées domestiques se composent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes.
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, des salles de bain.



FIGURE 1.4 : Illustration présentes quelques sources de la pollution domestique

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- De 70 à 90 grammes de matières en suspension.
- De 60 à 70 grammes de matières organiques.
- De 15 à 17 grammes de matières azotées.
- 4 grammes de phosphore.
- Plusieurs milliards de germes pour 100 *ml*.



FIGURE 1.5 : L'utilisation d'eau dans la cuisine

1.2.2 Pollution industrielle

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...).
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...).
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarissages, pâte à papier...).
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques...).
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...).



FIGURE 1.6 : Illustration représente une des source de la pollution domestique



FIGURE 1.7 : Eaux polluant industriellement

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés[4].

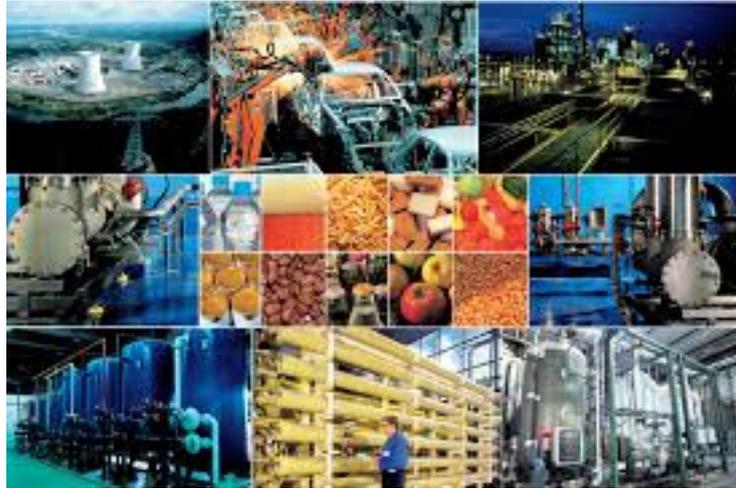


FIGURE 1.8 : Quelques sources de la pollution industriel

1.2.3 Pollution agricole

En milieu rural, les pluies provoquent le lessivage des terres agricoles, entraînant engrais et pesticides vers les cours d'eau ou les nappes. Elles ont un caractère fertilisant très important. Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole.



FIGURE 1.9 : Pollution agricole de l'eau

Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement[6] :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation).
- Des produits phytosanitaires(herbicides, fongicides, insecticides,...).

Donc ces eaux sont issues :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucard-age chimique

ou désherbants chimiques) et des fossés, ainsi que la domestication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).

Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement [6].



FIGURE 1.10 : Illustration présente la pollution agricole de l'eau



FIGURE 1.11 : Illustration présente un des causes de la pollution agricole

1.2.4 Pollution des eaux pluviales

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier en début de pluie, du fait :

- De la dissolution des fumées dans l'atmosphère.
- Du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière.
- Du lessivage des zones agricoles.

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales dissoutes ou en suspension, ou des éléments toxiques.



FIGURE 1.12 : Pollution pluvial d'eau



FIGURE 1.13 : Illustration présente les origine de la pollution pluviale

1.2.5 Pollution d'origine naturelle

On distingue les polluants naturels et les polluants générés par les activités humaines. Ils ont un impact sur notre environnement et sur notre santé. Tour d'horizon de ces polluants et de leurs origines.



FIGURE 1.14 : Pollution naturelle de l'eau

Les polluants naturels gaz ou particules, ils sont émis par :

- Les volcans, qui envoient dans l'atmosphère d'énormes quantités de gaz et de particules.
- Les plantes qui produisent des pollens, dont certains peuvent entraîner des allergies.
- La foudre qui émet des oxydes d'azote et de l'ozone.
- L'érosion qui produit des poussières. Transportées par le vent, elles peuvent parcourir de très longues distances.



FIGURE 1.15 : Illustration présente un des cause d'origine de la pollution des eaux

1.2.6 Caractéristiques et composition des eaux usées

Selon leurs origines, les eaux usées se caractérisent par une grande variabilité de débits, mais aussi de composition. Elles peuvent contenir en concentrations variables [7] :

- Des matières en suspension plus ou moins facilement décantables ou coagulables,
- Des matières colloïdales ou émulsionnées : argiles, microorganismes, macromolécules hydrophobes (organiques huiles, graisses, hydrocarbures, etc.),
- des matières en solution de nature organique ou minérale, ou sous forme de gaz dissous,
- des microorganismes végétaux (algues, plancton,) ou animaux (protozoaires, bactéries).

Ces différents constituants des eaux usées présenteront des comportements spécifiques vis-à-vis des modes de traitement auxquels ils seront soumis avant leur rejet dans le milieu naturel [7].

1.2.7 Les paramètres caractéristiques des eaux usées

Paramètres physiques

0. **Température** : La température dépend de l'augmentation de la consommation d'eau, de la fluoration, de la solubilité et de l'ionisation des substances coagulantes, du changement du pH , de la désinfection, etc [8].
0. **Conductivité** : La conductivité est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité standard s'exprime généralement en millisiemens par mètre (mS/m) à $20^{\circ}C$ [9].
0. **Turbidité** : La turbidité de l'eau est due à la présence de matériaux solides en suspension qui réduisent sa transparence. Elle peut être également provoquée par la présence d'algues, de plancton, de matière organique et plein d'autres substances comme le zinc, le fer, le manganèse et le sable, résultant du processus naturel d'érosion ou de rejets domestiques et industriels. La turbidité des effluents résiduaux et des eaux polluées est en général très élevée. La turbidité est donc définie par absorptiométrie. La mesure est effectuée au moyen d'un spectrophotomètre à 720 nm , car à cette longueur d'onde l'influence de la couleur est négligeable. Pour éviter l'interférence due à la présence de grosses particules décantables, il convient de les éliminer au préalable par décantation [9].
0. **Matières en suspension (MES)** : Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau [9]

1.3 Présentation de milieu d'étude

1.3.1 Présentation de l'ONA

L'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n^o01 – 102 du 27 Moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'Office est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est situé à Alger.

1.4 Présentation de la ville de El Anasser

El Anasser, anciennement **Galbois** lors de la colonisation, ou **Ouled cheniti**, est une commune de la wilaya de **Bordj Bou Arreridj** en **Algerie**. La commune d'**El Anasser** fait partie d'une région traditionnellement à vocation agricole, mais tend à devenir le pôle industriel et culturel de la région des **Bibans**. Le village d'**El Anasser**, crée en 1875

en vue de relier le futur village de **Bel Imour** à **Bordj Bou Arreridj**, est en cours de peuplement à la fin de 1877. Il prend le nom de **Galbois** par décret du 24 avril 1889.

1.4.1 Situation géographique

La commune d'**El Anasser** se situe au sud-est du chef lieu de la wilaya. Elle délimitée par les commune suivantes :

- Au nord-est, par la commune de **Sidi Embarek**.
- A l'est, par la commune de **Ain tasser**.
- Au sud-est, par la commune de **Belimour**.
- Au sud-ouest, par la commune d'**El Hamadia**.
- Au nord-ouest, par la commune de **Bordj Bou Arreridj**.



FIGURE 1.16 : Localisation de la commune dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj

1.4.2 situation climatique

La région se caractérise par un climat continental, qui offre des températures chaudes en été et très froides en hiver, parmi les plus basses d'Algérie. La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 *mm*.

1.4.3 Activités industrielles

La wilaya de Bordj Bou Arreridj est devenue un jeune pôle industriel. Elle figure parmi les wilayas les plus dynamiques d'Algérie, notamment dans le secteur de l'électronique et l'agroalimentaire. Et la région Annasser joue un rôle majeur dans ce développement, car elle est considérée comme une zone industrielle dans laquelle s'exercent plusieurs activités, ou les principales activités dans ces zones : l'agro-alimentaire, les matériaux de construction, la transformation du plastique, la mécanique et les services.

1.5 Etapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activé de l'Annasser :

Le traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activé de l'Annasser passe par plusieurs étapes :

- Pré-traitement (dégrillage déshuilage et dessablage) ;
- Traitement primaire (décantation des matières solides en suspension dans l'eau).
- Traitement secondaire ou traitement biologique (bassin d'aération et décantation).
- Traitement des boues (elles proviennent des décanteurs primaires et secondaires).

1.5.1 Prétraitement

Le pré-traitement est un l'ensemble d'opérations physiques et mécaniques destinées à extraire de l'eau brute. Ils ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. S'il s'agit de déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).



FIGURE 1.17 : Dégrillage, dessablage et déshuilage / dégraissage - definitive ecology

Dégrillage

Cette opération est assurée par une grille métallique à commande automatique qui, par mouvement de va et viens de bas vers le haut, permet :

- De protéger les ouvrages contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des colmatages dans les différentes unités de l'installation.
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements qui suivent.



FIGURE 1.18 : dégrillage

Déshuilage et dégrillage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre de figer les graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite [13]. La rétention environ 80% de la matière grasse lorsque la température est inférieure à 30°C [14].



FIGURE 1.19 : Déshuilage



FIGURE 1.20 : Déshuilage

Dessablage

C'est une opération physique qui consiste à retenir les sables entraînés par l'écoulement de l'eau. Le dessablage a pour but d'éviter le colmatage des canaux au cours de l'acheminement de l'eau ; cette opération conserve les particules de granulométrie supérieure à $200 \mu m$ [12].



FIGURE 1.21 : Dessablage

1.5.2 Traitements primaire

Décantation primaire

Pour faciliter la précipitation des matières en suspension de diamètre inférieur à $0,2\text{ mm}$, on fait circuler l'eau lentement dans un bassin dont on racle ou aspire périodiquement les matériaux rassemblés au fond. Dans la plupart des stations d'épuration on effectue deux décantations : L'une sur les eaux issues du prétraitement l'autre après le traitement biologique (ou chimique). Dans ce paragraphe il ne sera question que des boues de décantation primaire car les autres dépendent du traitement subi par l'eau. Les boues formées contiennent une forte proportion de matières organiques (de 20 à 30% des matières sèches, des matières grasses 6 à 30%). Ces boues présentent un aspect non homogène, elles sont généralement brunes et d'odeur désagréable [15].

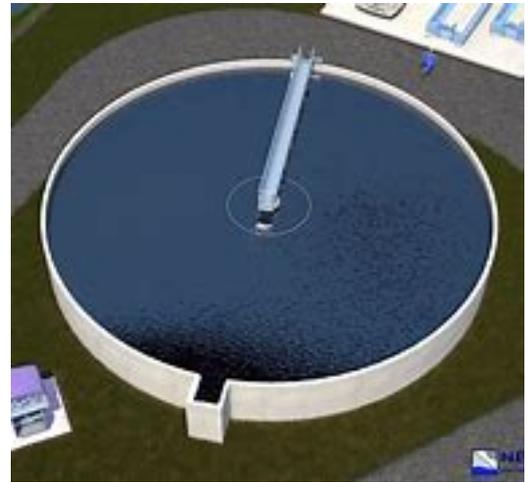


FIGURE 1.22 : Décanteur primaire



FIGURE 1.23 : Image du décanteur primaire

1.5.3 Traitement biologique (secondaire)

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des microorganismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc.

Le traitement par boues activées est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter, dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent aussi à l'élimination de l'azote et du phosphore. A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène [16]. **les figures** Les techniques de traitement biologique les plus couramment employées sont :

- Les boues activées ;
- Les lits bactériens (bactéries fixées) ;
- Les bios filtres (bactéries fixées) ;

Clarification

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues secondaires issues du traitement biologique (Figure13). Cette décantation se fait dans des ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires, appelés clarificateurs ou décanteurs secondaires Une partie des boues secondaires est évacuée en aval vers le traitement des boues ; l'autre partie est recyclée vers le bassin d'aération pour maintenir la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation. Dans la plupart des cas, l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel après la clarification. Le rejet se fait par un canal équipé de capteurs de mesure pour l'auto surveillance de la station [17].

1.5.4 Traitement des boues

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances. Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- Réduction de leur volume par épaissement,
- Déshydratation, séchage thermique ou incinération.
- Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement. La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique [18].

Epaississement

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires. Cette étape peut être précédée de l'ajout d'un flocculant organiques de synthèse ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide des boues.

L'épaississement consiste à laisser s'écouler les boues par gravitation à travers un silo placé au-dessus d'une table d'égouttage ou d'une toile semi-perméable. Autre technique de concentration : la flottation, basée sur l'injection de gaz dans les boues, ce qui sépare les phases liquides et solides par différence de densité. En sortie, les boues sont encore liquides avec une siccité de 4 à 6%. [16]

La déshydratation

La déshydratation permet de diminuer la teneur en eau des boues, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 à 40%, variable selon la filière de traitement des eaux, la nature des boues et la technique de déshydratation utilisée. Elle s'opère sur un mélange de boues primaire, secondaire voire tertiaire.

Le séchage

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.

Stabiliser la matière organique

Cela consiste à diminuer le caractère fermentescible des boues et ainsi, notamment, de supprimer les mauvaises odeurs. Les traitements de stabilisation des boues s'appliquent aux boues mixtes fraîches ou uniquement aux boues de traitement secondaire des eaux usées.

La stabilisation biologique

Elle s'opère selon deux voies biologiques possibles : aérobie et anaérobie. La stabilisation aérobie consiste à mettre les boues dans des bassins d'aération dits aussi bassins de stabilisation aérobie. En sortie, les boues sont dites *stabilisées aérobie* ou *stabilisées aérobie*. Le compostage est un mode de stabilisation aérobie des boues, le plus souvent après déshydratation. Il s'agit souvent d'un traitement de stabilisation biologique complémentaire, destiné à la fabrication d'un produit : le compost. Cependant, il constitue le seul mode de stabilisation des boues primaires et secondaires issues d'un traitement physico-chimique des eaux usées. La stabilisation anaérobie concerne surtout les installations de plus de 100.000 EH. Elle consiste à mettre dans des digesteurs les boues directement issues de la décantation primaire de la filière de traitement des eaux usées, et à les porter à haute température (de 50 à plus de 100°C) afin d'en éliminer bactéries et virus. Stabilisées avec 30 à 60% de quantités de matière organique en moins, en sortie les boues sont dites *stabilisées anaérobie* ou *stabilisées anaérobie*. Elles présentent une siccité

pouvant aller au-delà de 20 à 30%. Ces procédés de digestion anaérobie, appelés aussi méthanisation, s'accompagnent de la production de biogaz riche en méthane (65%) et en dioxyde de carbone (35%), avec des concentrations faibles d'hydrogène sulfuré saturé en eau. La récupération et la valorisation de ce biogaz, sous forme de chaleur, d'électricité, de combustible ou de carburant, représente un des postes permettant de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue.

Conclusion

La connaissance de la qualité des eaux usées à traiter est indispensable dans un projet de conception d'une station d'épuration. Elle permet de choisir le procédé d'épuration adéquat et de respecter les normes de rejet. Les eaux usées, de compositions variées et provenant de diverses origines, posent un problème pour l'environnement si elles sont rejetées sans traitement préalable. Afin de démontrer l'importance de leur épuration, ce chapitre présente les paramètres physiques, chimiques et microbiologiques caractérisant une eau usée, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour leur traitement.

Dimensionnement de la station d'épuration de la ville Annasser

Pour assurer un bon fonctionnement et un rendement technique et économique optimal de la station d'épuration (STEP), il est nécessaire de dimensionner rigoureusement les ouvrages de traitement. Dans ce chapitre, nous allons calculer et concevoir les différents compartiments nécessaires à cet effet.

2.1 Débit d'équipements

	N.Équipement	N.Élèves	Totale élèves	Dotation élèves	$\varphi_{\text{éq}}$
Primaire	14	250	3500		17500 l/j
C.E.M	3	750	2250	5l/élève	11250 l/j
Lycée	2	750	1500	5l/élève	7500 l/j

TABLE 2.1 : Résultat d'équipements d'éducation

	N.Etudiants	Dotation d'étudiants	$\varphi_{\text{éq}}$
Université + UFC	24200	5 l/étudiant	121000 l/j

TABLE 2.2 : Résultat d'équipements de l'enseignement supérieur

	N.Équipements	Dotations d'équipements	$\varphi_{\text{éq}}$
les postes	10	10 l/j	100 l/j
Assurances	10	10 l/j	100 l/j

TABLE 2.3 : Résultat d'équipements économiques

	N.Équipements	Dotation	$\varphi_{\text{éq}}$
Centre Annasser	50	10 l/ab	500 l/j

TABLE 2.4 : Résultats d'équipements sanitaires

	Unités	Dotation	$\varphi_{\text{éq}}$
Zone d'activité Annasser	20	400 l/j/u	8000 l/j

TABLE 2.5 : Résultats d'équipements de zone d'activité

	N.Équipements	Dotation	$\varphi_{\text{éq}}$
Sécurité urbaine	30	10 l/j	300 l/j
La gendarmerie nationale	30	10 l/j	300 l/j

TABLE 2.6 : Résultats d'équipements des Intérêts de sécurité

	N.Mosquées	N.Fidèles	Dotation	$\varphi_{\text{éq}}$
Mosquées	12	500	25 l/j	150000 l/j

TABLE 2.7 : Résultats d'équipements de culte (La prière)

	N.Équipements	Dotation	$\varphi_{\text{éq}}$
Lavages	9	1200 l/j	10800 l/j

TABLE 2.8 : Résultats d'équipements de lavage

2.2 Évaluation des charges polluants

2.2.1 Estimation des débits

Débits journaliers

Le débit journalier se calcul comme suit :

$$\varphi_j = (d * N * C_r) + \varphi_{\text{éq}} \quad (2.1)$$

tels que

- **d** : dotation (i/hab/j), 150 l/hab/j.
- **N** : Nombre d'habitants dans la ville de l'Annasser(2024), 20316 habitants.
- **C_r** : coefficient de rejet.
- $\varphi_{\text{éq}}$: 327350 l/j le débit d'équipements.

Donc

$$\varphi_j = [(150 * 20316 * 0.8) + 327350]/1000$$

$$\varphi_j = 2765.27 \text{ m}^3/\text{j}$$

La population future

$$N_f = N_{(act)}[1 + \tau]^n \quad (2.2)$$

où :

- N_f : Nombre d'habitants dans la ville l'Annasser pour l'année (2074).
- $N_{(act)}$: Nombre d'habitants dans la ville l'Annasser pour l'année (2024).
- n : Nombre d'années séparant N_f et $N_{(act)}$.
- τ : taux d'accroissement annuel de la population.

On a

$$N_f = N_{(act)}[1 + \tau]^n$$

$$N_{2074} = N_{2024}\left[1 + \frac{2.5}{100}\right]^{50}$$

$$= 20316(1 + 0.025)^{50}$$

$$= 69828 \text{ hab}$$

Débits horaire

Il est donné par la relation suivante :

$$\varphi_j = \frac{(N * d * C_r) + \varphi_{\text{éq}}}{1000}$$

$$= \frac{(150 * 0.8 * 69828) + 327350}{1000}$$

$$= 8706.71 \text{ m}^3/\text{j}$$

Maintenant on va calculer le débit moyenne pour l'année (2074), on a :

$$\varphi_{\text{moy},j} = \frac{8706.71}{24}$$

$$= 362.78 \text{ m}^3/\text{h}$$

Débits pointe

Le débit de pointe est donnée par la relation suivante :

$$\varphi_{\text{pte}} = C_p * \varphi_{\text{moy},j} \quad (2.3)$$

où :

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{\varphi_m}} \text{ (Si } \varphi_{\text{moy},j} \geq 2.8 \text{ l/s)}$$

et

$$C_p = 3 + \text{ (Si } \varphi_{\text{moy},j} \leq 2.8 \text{ l/s)}$$

On a

$$\varphi_{\mathbf{m}} = \frac{362.78 * 1000}{3600} = 100.77 \text{ l/s} \geq 2.8 \text{ l/s}$$

Alors

$$\begin{aligned} C_{\mathbf{p}} &= 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{\varphi_{\mathbf{m}}}} \\ &= 1.5 + \frac{2.5}{\text{sqrt}100.77} \\ &= 1.75 \end{aligned}$$

Alors

$$\varphi_{\mathbf{pte}} = 1.75 * 362.78 = 634.865 \text{ m}^3/h$$

Débits diurne

Le débit diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit :

$$\varphi_{\mathbf{d}} = \frac{\varphi_j}{16 \text{ h}} (\text{m}^3/h) = \frac{8706.71}{16} = 544.17 \text{ m}^3/l$$

2.2.2 Estimation des charges polluantes

a) La charge en DBO5

$$\begin{aligned} \text{DBO5 (kg/j)} &= \varphi_j (\text{m}^3/j) * [\text{DBO5 mg/l}] * 10^{-3} \\ &= 2176.68 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

$$[\text{DBO5 mg/l}] = 250 \text{ mg/l}$$

a) La charge en MES

$$\begin{aligned} \text{MES (kg/j)} &= \varphi_j (\text{m}^3/j) * [\text{MES mg/l}] * 10^{-3} \\ &= 1636.86 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

$$[\text{MES mg/l}] = 188 \text{ mg/l}$$

2.2.3 L'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement

2.3 Dégrillage

2.3.1 Surface de la grille

La surface de la grille est donnée par la relation suivante :

$$S = \frac{\varphi_{\mathbf{p}}}{\mathbf{v} * \mathbf{a} * \mathbf{c}}$$

Données de base unité valeur	Unité	Valeur
Débit journalier (φ_j)	m^3/j	8706.76
Débit moyen horaire (φ_m)	m^3/h	362.78
Débit de pointe par heure (φ_p)	m^3/h	634.87
Débit de pointe par second (φ_p)	m^3/s	0.18
Débit diurne (φ_d)	m^3/h	544.17
Charge en MES	kg/j	1636.86
Charge en DBO5	kg/j	2176.68

TABLE 2.9 : Estimation des charges polluantes

tels que :

- ϖ_p : Débit maximal à travers la grille (m^3/s).
- v : Vitesse de l'écoulement à travers la grille.
- a : Coefficient de passage libre donné par la relation :

$$a = \frac{\text{diamètre des barreaux}}{\text{diamètre des barreaux} + \text{espace entre les barreaux}}$$

- c : Coefficient de colmatage dépendant de la qualité de l'eau et du système de reprise des résidus.
 - $0.1 < c < 0.3$ pour une grille manuelle on prend $c = 0.3$.
 - $0.4 < c < 0.5$ pour une grille automatique on prend $c = 0.45$.
 - $v = 0.8 \text{ m/s}$ à 1.2 m/s on prend 1 m/s .
 - Largeur de grille est de 1.5 m .

$$a = \frac{10}{10 + 50} = 0.1666$$

et

$$S = \frac{0.18}{1 * 0.45 * 0.17} = 2.35 \text{ m}^2$$

2.3.2 Hauteur de la grille

La hauteur de la grille est données par la relation suivante :

$$h = \frac{\text{superficie ouverte}}{\text{largeur de la grille}}$$

donc

$$h = \frac{S}{L} = \frac{2.35}{1.5} = 1.57 \text{ m}$$

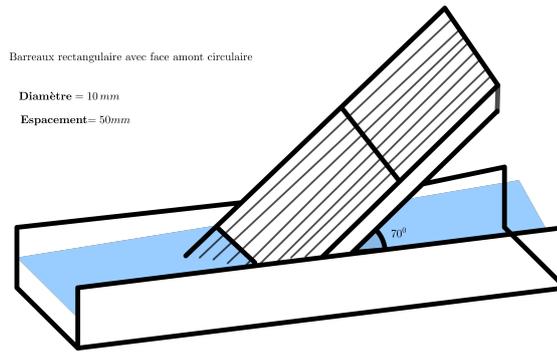


FIGURE 2.1 : dégrillage, longueur $l = 3m$, Largeur = $2m$, hauteur = $2m$

2.3.3 Nombre des barreaux

Le nombre des barreaux est donnée par la relation suivante :

$$N_b = \frac{\text{Largeur de la grille} - \text{Espacement entre les barreaux}}{\text{Espacement entre les barreaux} + \text{Diamètre des barreaux}}$$

$$N_b = \frac{1500 - 50}{10 + 50} = 24.16 \approx 25$$

2.3.4 Pertes de charges

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

$$\Delta h = \beta * \left(\frac{b}{e}\right)^{\frac{4}{3}} * \left(\frac{v^2}{2g}\right) \sin\theta \quad (2.4)$$

Avec :

- e : espacement entre les barreaux on le prend 50 mm .
- b : diamètre des barreaux on le prend 10 mm .
- θ : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal on le prend 70° .
- β : coefficient qui tient compte de la forme des barreaux on le prend 1.83 (Les barreaux sont de type circulaire).
- v : La vitesse on la prend de $(0.8 \text{ m/s} \text{ à } 1.2 \text{ m/s})$.
- g : on la prend $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

$$\begin{aligned} \Delta h &= 1.83 * \left(\frac{10}{50}\right)^{\frac{4}{3}} * \left(\frac{0.8^2}{2 * 9.81}\right) \sin 70 \\ &= 0.0102 \text{ m} = 10 \text{ mm} < 150 \text{ mm} \text{ la valeur admissible} \end{aligned}$$

	Unité	Valeur
Superficie ouverte de la grille	m^2	2.35
Hauteur de la grille	m	1.57
Nombre des barreaux	-	25
Pertes de charges	mm	10 mm

TABLE 2.10 : La haut de l'ouvrage ($h = 2 m$, Largeur = $2 m$, longueur $l = 3 m$)

Dimensions de la grille

Notons que la valeur des pertes de charges est inférieure à la valeur admissible ($\dots < 150 mm$).

2.4 Dessablage déshuillage forme de rectangle

Est donnée par la relation suivante :

$$\frac{v_0}{H} > \frac{v_1}{L} = \frac{\varphi}{H * l * L} \quad (2.5)$$

$$\text{soit } v_0 > \frac{\varphi}{S_H} = v_H$$

- v_0 : vitesse de sédimentation on la prend $v_0 = 10 m/h$.
- v_1 : vitesse d'écoulement.
- L : longueur de bassin.
- H : la profondeur de bassin de 1 à 4 m on la prend $H = 1.5 m$

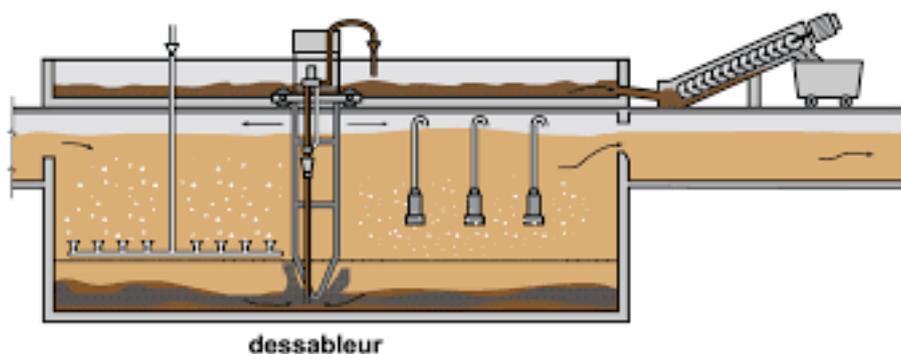


FIGURE 2.2 : dessablage

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

$$10 < (L/H) < 15$$

ou bien $L/H = 3$ et de $10 < v_0 < 15 m^3/m^2/h$

Section horizontale S_h

$$S_h = \varphi_p / v_0$$

Avec $\varphi_p = 0.18 \text{ m}^3/s$ et $v_0 = 10 \text{ m/h}$ donc $S_h = 65 \text{ m}^2$.

Longueur du dessableur L

prenons $H = 1.5 \text{ m}$, $L/H = 10 \text{ m}$ on aura $L = 15 \text{ m}$.

Largeur du dessableur l

donnée par la relation suivante :

$$l = \frac{S_h}{L} = \frac{65}{15} = 4.5$$

volume de bassin

donnée par la relation suivante :

$$v = S_h * H = 65 * 1.5 = 97.5 \text{ m}^3$$

Le temps de séjour dans le bassin

donnée par la relation suivante :

$$T_s = v / \varphi_p = \frac{97.5 \text{ m}^3}{0.18 \text{ m}^3/s} = 9 \text{ min}$$

Volume d'air à souffler dans le dessableur / deshuileur

assurer la remonté des huiles la quantité d'air insouffler varie de 1 à 1.5 m^3

$$q_{\text{air}} = \varphi_p * v = 0.27 \text{ m}^3/s$$

v : volume d'air à injecter (1.5 m^3 d'air / m^3 d'eau).

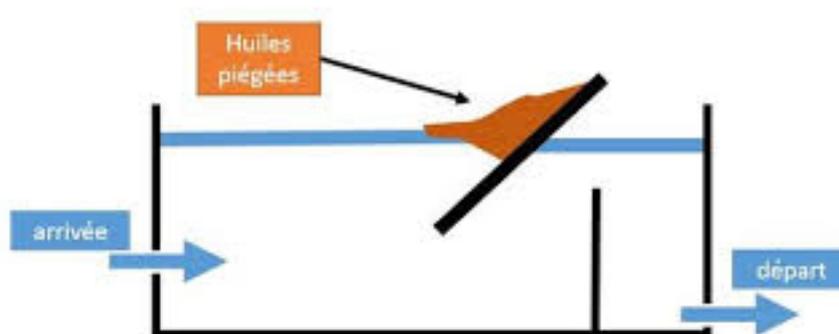


FIGURE 2.3 : deshuillage

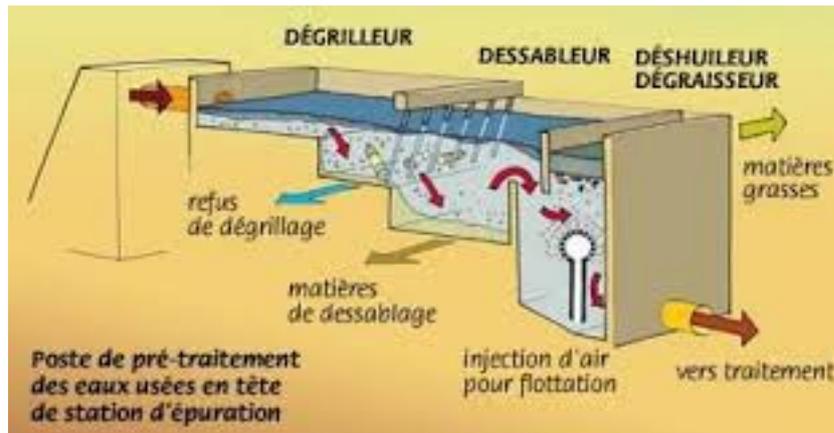


FIGURE 2.4 : Les trois étapes de traitement de l'eau

2.4.1 Quantité de matières éliminées

Le dessableur éliminé 80% de la matière minérale existant dans les eaux usées. La matière minérale représente 20% de la charge en matière en suspension (**MES**), les 80% restants, représentent les matière volatiles en suspension (**MVS**).

$$20\%MES=MM$$

$$80\%MES=MVS$$

Les matières minérales totales

$$0.20 * 1636.86 = 327.37 \text{ kg/j}$$

Les matières minérales éliminées par le dessableur

$$0.80 * 327.37 = 261.9 \text{ kg/j}$$

Les matières minérales restantes

$$327.37 - 261.9 = 65.47 \text{ kg/j}$$

(MES) sortant du dessableur

$$0.8 * 1636.86 + 65.47 = 1374.96 \text{ kg/j}$$

2.4.2 Caractéristique des dimension et performance du dessableur rectangulaire

Le tableau suivant présente les caractéristique des dimension et performance du dessableur rectangulaire :

Désignation	Unité	Valeur
Temps de séjour	<i>min</i>	9
Hauteur du dessableur	<i>m</i>	1.5
Largeur du dessableur	<i>m</i>	4.5
Volume de dessableur	<i>m</i> ³	97.5
Longueur du dessableur	<i>m</i>	15
Débit d'air à injecter	<i>m</i> ³ / <i>s</i>	0.27
Quantité de MM éliminée	<i>kg/j</i>	261.9
Quantité de MES sortant du dessableur	<i>kg/j</i>	1374.96

TABLE 2.11 : Caractéristique des dimension et performance du dessableur rectangulaire

2.4.3 Dimensionnement de décanteur primaire

Le décanteur primaire sera de forme circulaire, les principaux paramètres de calcul du décanteur sont :

- Le temps de séjour qui est compris entre 1 à 3 heures.
- La hauteur d'eau dans l'ouvrage, on la prend $H = 2 \text{ m}$.
- Le débit d'alimentation = débit de pointe = $3154.68 \text{ m}^3/h$.

Le volume du décanteur primaire est donnée par la formule : $\mathbf{V} = \varphi_p * \mathbf{tr}$, on adoptera un temps de séjour de 1.5 heures et une hauteur de 3 *m*. Connaissant le volume on déduire le diamètre.

Volume du décanteur

Donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{V}_{tot} = \varphi_p * \mathbf{T}_r = 634.87 * 1.5 = 952.31 \text{ m}^3$$

Si on utilise dans dans la STEP deux décanteurs de volume, alors :

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{V}_2 = V_{tot}/2 = 476.15 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{d}_1 = \mathbf{d}_2 = (4V_1/3.14 * H)^{0.5}$$

$$\mathbf{d}_1 = \mathbf{d}_2 = 14 \text{ soit } 15 \text{ m}$$

Surface du décanteur

$$\mathbf{s}_1 = \mathbf{s}_2 = 177 \text{ m}^2$$

Charges polluantes de décanteur primaire

Le décanteur primaire élimine 35% de la **DBO5** et 95% de matière minérale.
DBO5 = 2176.8 kg/j.

- **MM** sortie de dessableur = 65.47 kg/j.
 - Charge en **DBO5** = $0.35 * 2176.68 = 761.84$ kg/j.
- Les matières minérales restantes = 65.47 kg/j.
 - Charge en **MM** = $65.47 * 0.95 = 62.2$ kg/j
- **DBO5** sortie de décanteur.
 - **DBO5** sortie de décanteur = $2176.86 - 761.84 = 1415.4$ kg/j
- **MM** à la sortie de décanteur.
 - **MMs d** = $65.47 - 62.2 = 3.27$ kg/j.

Volume des boues par jour

La quantité totale des boues produites (BT) dans les deux décanteurs est :

$$\mathbf{BT} = \mathbf{DBO5\ éliminé} + \mathbf{MM(éliminé)}$$

$$761.84 + 62.2 = 824.4 \text{ kg/j}$$

pour chaque décanteur le **BTd1** = $(\mathbf{DBO5} + \mathbf{MM}) / 2 = \frac{824.4}{2} = 412.2$ kg/j.

$$\mathbf{MES} = \mathbf{BT} / \varphi_j$$

Avec

- φ_j : débit journalier égale à 8706.71 m³/j.
- **BT** = 824.4 kg/j
- **MES** = $824.4 * 10^3 / 8706.71 = 94.69$ mg/l.

Dimensions et performances de chaque décanteur primaire

Bassin d'aération

Les bassins d'aération sont des réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue l'élimination de la matière organiques par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière boues actives.

Désignation	Unité	Valeur
Volume $V_1 = V_2$	m^3	476.15
Hauteur	m	2
Diamètre $d_1 = d_2$	m	15
Temps de rétention	h	1h30
Charges à l'entrée		
DBO5	kg/j	2176.8
MM	kg/j	65.47
Charge éliminée		
DBO5	kg/j	761.84
MM	kg/j	62.2.
Charge à la sortie		
DBO5	kg/j	1415
MM	kg/j	3.27
La quantité totale des boues produites (BT) dans les deux décanteurs	kg/j	824.4
MES	mg/L	94.69

TABLE 2.12 : Mesure du bassin d'aération

a.Charges polluantes en DBO5

charges polluantes en **DBO5** à l'entrée du bassin d'aération seront notées L_0 .

$$\mathbf{DBO5} = L_0 = 1415 \text{ kg/j}$$

La concentration en DBO5 à l'entrée est S_0 :

$$S_0 = L_0/\varphi_j = 1415/870.6.76 = 0.163 \text{ g/l}$$

Avec φ_j : débit journalier égale à $8706.76 \text{ m}^3/j$.

La concentration en DBO5 à la sortie :

répondre aux normes de rejets établies par l'OMS 30 mg/l , d'où la charge à la sortie.

$$L_s = S_s * \varphi_j = 0.03 * 8706.76 = 261.20 \text{ kgDBO5/j}$$

Avec :

- S_s : DBO5 exigée par l'OMS $30 \text{ mg/L} = 0.03 \text{ g/L}$.
- φ_j : débit journalier.

La charge en DBO5 éliminée est

$$\mathbf{L_0 - L_5} = 1415 - 261.20 = 1153.8 \text{ kgDBO5/j}$$

b.Rendement d'élimination

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{L_0 - L_s}}{\mathbf{L_0}} * 100\% = 81.54 \%$$

	$C_v(\text{kgDBO}_5/\text{m}^3\text{j})$
Aération prolongé	< 0.36
Faible charge	0.36 à 0.7
Moyenne charge	0.7 à 1.7
Forte charge	1.7 à 3
Très forte charge	> 3

TABLE 2.13 : Volume du bassin d'aération

c. Volume du bassin d'aération

volume du bassin est déduit de la charge volumique C_v :

Nous allons supposer que le traitement par les boues activées sera à faible charge, pour calculer le volume nous prenons :

$$C_v = 0.5 \text{ kgDBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$$

$$C_v = \frac{\text{kgDBO}_5 \text{ reçue}}{\text{volume}(\text{bassin d'aération})}$$

Avec

$$\text{DBO}_5 \text{ reçue} = L_0 = 1415 \text{ kg/j}$$

$$\text{et Volume}(\text{bassin d'aération}) = \frac{1415}{0.5} = 2830 \text{ m}^3.$$

Dimensionnement du bassin d'aération

Pour dimensionner le bassin d'aération nous prenons comme base de calcul la relation suivante :

$$\text{Longueur du bassin} = 1.5 * \text{largeur du bassin}$$

et une hauteur du bassin d'aération comprise entre 3 et 5 m, nous prenons une hauteur de 3 m.

a. Surface horizontale

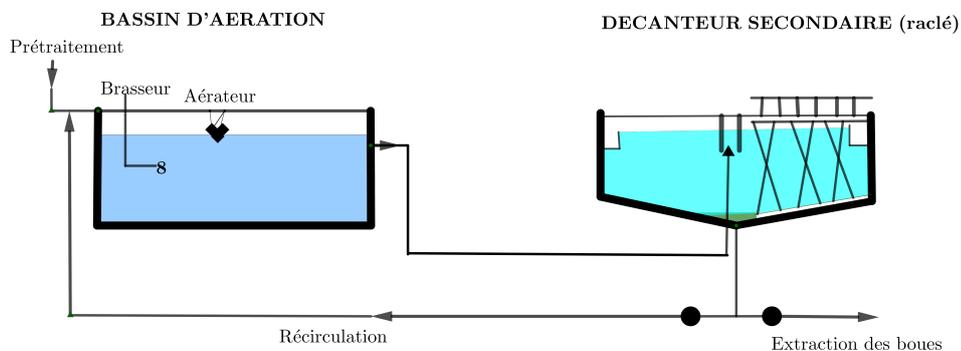


FIGURE 2.5 : schéma du bassin d'aération

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{2830}{3} = 943.33 \text{ m}^2$$

Avec :

- S_h : surface horizontale.
- $V = 2830 \text{ m}^3$ volume du bassin d'aération.
- $H = 3 \text{ m}$ hauteur du bassin d'aération.

b. Largeur de bassin

Donnée par la relation suivante :

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{1.5}} = \sqrt{\frac{943.33}{1.5}} = 25.08 \text{ m}$$

c. Longueur de bassin

$$L = 1.5 * l = 1.5 * 25.08 = 37.62 \text{ m}$$

d. Temps de séjour T_s

Donnée par la relation suivante :

$$T_s = \frac{V}{\varphi_p} = \frac{2830}{634.87} = 4.45 \text{ h}$$

où :

- $V = 2830 \text{ m}^3$ volume du bassin d'aération.
- $\varphi_p = 634.87 \text{ m}^3/h$ débit de pointe par heure.

Désignation	Unité	Valeur
Charges polluantes en DBO5 à l'entrée du bassin d'aération	<i>kg/j</i>	1415
Concentration en DBO5 à l'entrée	<i>g/L</i>	0.163
Concentration en DBO5 à la sortie	<i>kgDBO5/j</i>	261.20
Charge en DBO5 éliminée	<i>kgDBO5/j</i>	1153.8
Rendement d'élimination	%	81.54
Masse totale des boues dans le bassin	<i>kg</i>	41975.26
Concentration des boues	<i>g/L</i>	3.33
Volume (bassin d'aération)	<i>m³</i>	2830
Hauteur du bassin	<i>m</i>	3
Surface horizontale	<i>m²</i>	943.33
Largeur de bassin	<i>m</i>	25.08
Longueur de bassin	<i>m</i>	37.62
Temps de séjour	<i>h</i>	4.45

TABLE 2.14 : Dimensionnement et performances du bassin d'aération

2.4.4 Conclusion

Il semble que vous parliez de l'implantation des ouvrages dans une station d'épuration, en particulier des bassins circulaires comme les clarificateurs et les épaisseurs. La forme circulaire est préférée car elle facilite le mouvement des racleurs, qu'ils soient au fond ou en surface des bassins. De plus, selon les calculs effectués dans ce chapitre, vous avez conclu que la superficie du terrain réservé pour la station d'épuration est adéquate pour accueillir tous les ouvrages nécessaires, y compris leurs accessoires, pour l'horizon temporel prévu. Cela indique que les dimensions pour maximiser l'efficacité de la station d'épuration tout en optimisant l'utilisation de l'espace disponible.

Introduction

Nous allons aborder dans ce contexte la conception et de la dimensionnement de deux éléments d'une station d'épuration : Décanteur primaire et Dessablage par 2 méthodes calcul manuel et calcul automatique.

- 0. Calcul manuel
- 0. Calcul automatique
- 0. Dessin d'exécution

Calcul manuel : En génie civil, les calculs manuels peuvent être nécessaires pour diverses tâches telles que le dimensionnement des structures, la conception des fondations, le calcul des charges, etc.

Calcul des charges sur une structure : Cela implique de déterminer les charges gravitationnelles (comme le poids propre de la structure, les charges permanentes et les charges d'exploitation) ainsi que les charges climatiques (comme le vent et la neige). Ces calculs nécessitent souvent l'utilisation de formules spécifiques et de coefficients de charge.

Calcul des sollicitations : détermination des forces internes, telles que les forces de flexion, de cisaillement, de compression et de traction, qui agissent sur les éléments structuraux tels que les poutres, les colonnes, les dalles, etc. Ces sollicitations sont essentielles pour dimensionner correctement les éléments et assurer la sécurité et la stabilité des structures.

Calcul des ferrailage : détermination des dimensions et de la disposition des barres d'armature (également appelées armatures) nécessaires pour renforcer les éléments en béton armé tels que les poutres, les colonnes, les dalles, etc. Le but du ferrailage est de renforcer le béton et de lui permettre de résister aux forces de traction, de flexion, de cisaillement et de compression. Voici les étapes générales du calcul de ferrailage.

Schéma d'exécution : est un document technique qui décrit les détails spécifiques de la construction d'une structure ou d'un élément de génie civil. Il fournit des informations détaillées sur les matériaux à utiliser, les dimensions, les méthodes de construction, les séquences d'exécution, etc. Voici les éléments généralement inclus dans un schéma d'exécution.

3.1 Décanteur primaire

Hypothèse : Calcul de la paroi sans poussée des terres (cas défavorable) essai d'étanchéité.

3.1.1 Calcul manuel

- Calcul des charges.
- Calcul des sollicitations.
- Calcul de ferrailage.
- Schéma d'exécution.

Calcul des charges et des sollicitations

Contrainte limite des aciers tendus Pour les parois en contact avec un liquide, avec ou sans revêtement d'étanchéité ou d'imperméabilisation, la fissuration est considérée comme très préjudiciable, et l'état-limite d'ouverture des fissures représente toujours la condition la plus contraignante pour la détermination des armatures. Selon les Recommandations professionnelles, la contrainte de traction des armatures *HA Fe E 500* ne peut excéder la valeur :

$$\bar{\sigma}_s = \alpha \sqrt{\frac{\eta f_{t28}}{\varnothing}} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 250 \\ 90 \sqrt{\eta f_{t28}} \end{array} \right. (MPa, mm) \quad (3.1)$$

avec :

- f_{t28} (MPa) résistance caractéristique du béton à la traction.
- \varnothing (mm) diamètre de la plus grosse des barres tendues prises en compte dans le calcul.
- η coefficient de fissuration de l'armature ,
- α coefficient qui dépend de la fonction dévolue à la paroi en béton et de la nature du revêtement intérieur éventuel :
 - $\alpha = 240$, dans le cas général où le béton doit jouer à la fois le rôle de structure mécanique et d'étanchéité.
 - dans le cas où l'étanchéité est assurée par un revêtement intérieur, il est possible d'adopter des valeurs de α supérieures à 240, sous réserve qu'elles résultent d'essais probants, effectués selon une procédure définie, dans des laboratoires agréés.

Réservoirs ou cuves de révolution : Les parois de réservoirs (ou des cuves) de révolution doivent pouvoir résister aux efforts de traction provoqués par la pression hydrostatiques ainsi qu'aux moments de liaison au droit des ceintures qui renforce les parallèles aux points anguleux des courbes méridiennes. Il en est de même pour les réservoirs (ou les cuves) à fond plat, à la jonction des parois avec le radier, dans le cas où la paroi ne repose pas sur un dispositif supprimant cet encastrement[34].

Réservoirs cylindriques reposant sur le sol ou enterrés : Le calcul des réservoirs cylindriques est généralement conduit en considérant que leur paroi est constituée de poutres verticales de largeur unité reliées, avec ou sans encastrement, au radier et parfois à une couverture, et prenant appui sur des anneaux horizontaux de hauteur unité (fonctionnement analogue à celui des douves et des cercles d'un tonneau). Il s'agit d'un calcul en poutre sur appui continu élastique. Ce mode de calcul est développé en.

On peut souvent se contenter d'un calcul approché en décomposant le réservoir en anneaux horizontaux de hauteur unité.

En tout point d'un anneau circulaire de rayon r soumis à une pression interne q par unité de longueur s'exerce un effort de traction tangentiel $N = qr$ (formule du "tube"). Pour un paroi circulaire en béton armé, soumis à une pression hydrostatique, a une profondeur z' (enm) sous le niveau maximal de l'eau, un anneau de hauteur $\Delta z'$ est soumis à un effort de traction :

$$N = q_{z'} r \Delta z' \quad (3.2)$$

avec $q_{z'} = \gamma z'$ (γ : poids volumique du liquide contenu ; pour l'eau : $\approx 10 \text{kN/m}^3$).
Pratiquement, on prend pour $\Delta z' = 0.50\text{m}$ ou 1m et pour $q_{z'}$ la pression moyenne sur la hauteur $\Delta z'$.

Calcul des efforts de traction dans la paroi

On a calculer les efforts de traction dans la paroi et on obtient les résultats suivantes :

z' (m)	$\Delta z'$ (m)	r (m)	$q_{z'}$ (kN/m ²)	N (kN)
0.25	0.25	7.60	2.5	4.75
0.50	0.25	7.60	5	9.5
0.75	0.25	7.60	7.5	14.25
1.00	0.25	7.60	10	19
1.25	0.25	7.60	12.5	23.18
1.50	0.25	7.60	15	28.5

TABLE 3.1 : Résultats de calcul des efforts de traction dans la paroi

Le tableau 3.1 présente les résultats de calcul des efforts de traction dans la paroi du décanteur primaire sous l'effet de la pression hydrostatique, la valeur de traction maximale enregistrée est de 28,50 KN. La figure 3.1

donne une représentation graphique de la répartition de l'effort de traction dans la paroi du décanteur primaire.

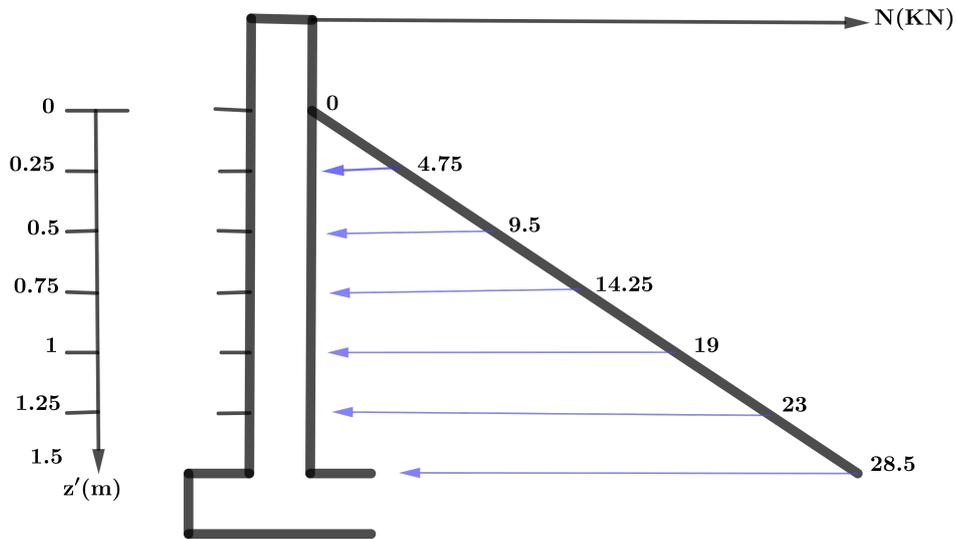


FIGURE 3.1 : Diagramme de la traction dans la paroi.

Ferraillage

Les armateurs forment des quadrillages à mailles de 15 à 20 *cm* au plus constitués par :

- Des secrets réparties à joints décalés façonnées à partir des barres parfaitement dressées et correctement arrimées, dont la section, pour chaque anneau considéré dans le calcul, est donnée par :

$$A_{\max} = \frac{N_{\max}}{\bar{\sigma}_s} \quad (3.3)$$

avec $\bar{\sigma}_s$ contrainte admissible de l'acier en service, fixée par les textes réglementaires applicables du type d'ouvrage considéré.

- Des armateurs de répartition satisfaisant aux mêmes conditions que celles énoncées pour les réservoirs (ou les cuves) parallélépipédiques.

où :

$$\bar{\sigma}_s = 240 \sqrt{\frac{1.6 * 2.1}{12}} = 127 \text{Mpa} \quad (3.4)$$

$$\bar{\sigma}_s \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 200 \text{Mpa} \\ 90 \sqrt{1.6 * 2.1} = 165 \text{Mpa} \end{array} \right. \quad (3.5)$$

$$f_{c28} = 25MPa \rightarrow f_{t28} = 0.06f_{c28} + 0.6MPa = 2.1MPa$$

$$\bar{\sigma}_s \leq \min(200, 165MPa)$$

$$\bar{\sigma}_s \leq 165MPa$$

$$\bar{\sigma}_s = 127MPa$$

et

$$N_{\max} = 28.5KN$$

donc

$$A_{\max} = \frac{28.5 * 10^{-3}}{127} = 2.24 * 10^{-4} m^2 = 2.24 cm^2$$

donc on a

$$5HA12 = 5.65 m^2 > 2.24 cm^2$$

3.1.2 Calcul automatique :

Conception

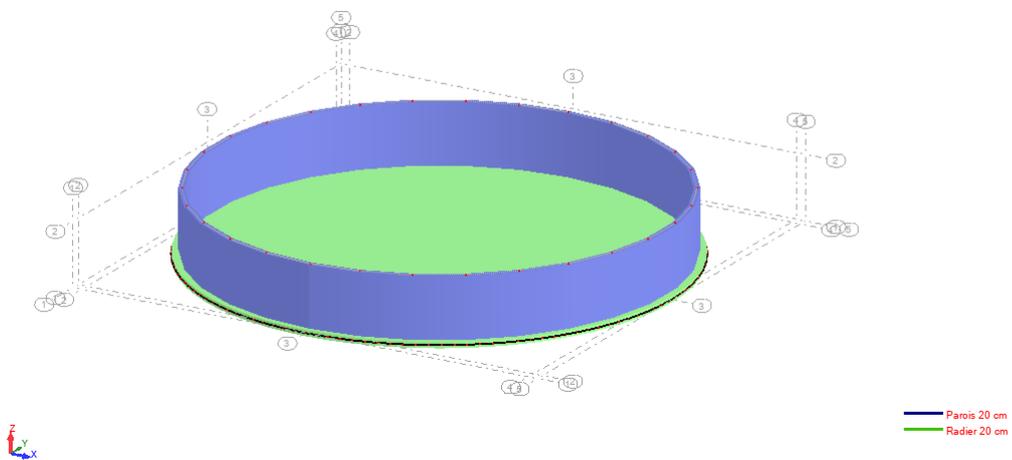


FIGURE 3.2 : Décanteur primaire en 3D (Robot)

charges : Poids P charge de la pression hyd

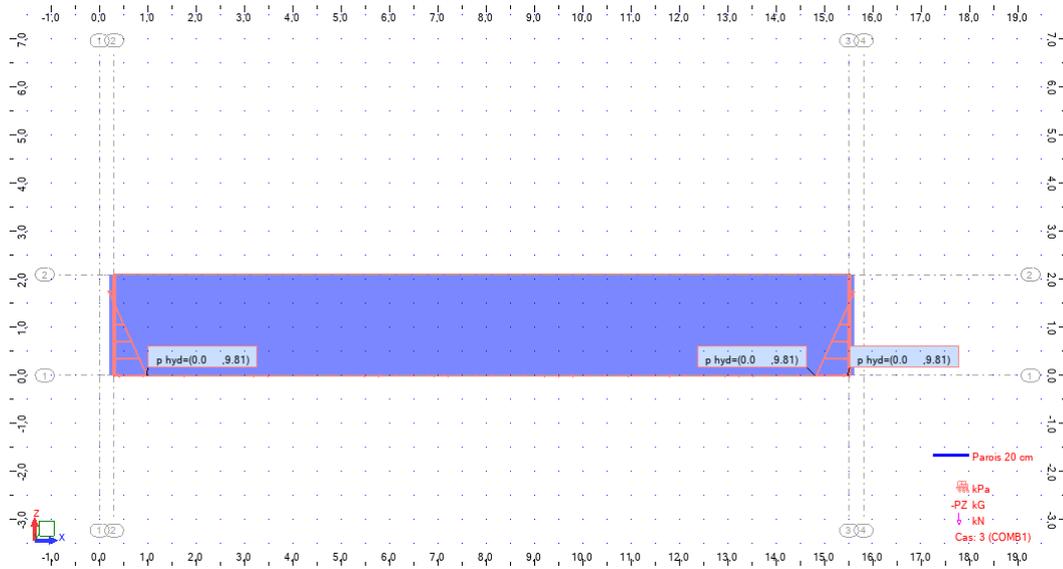


FIGURE 3.3 : Diagramme des forces hydrostatique

Résultats

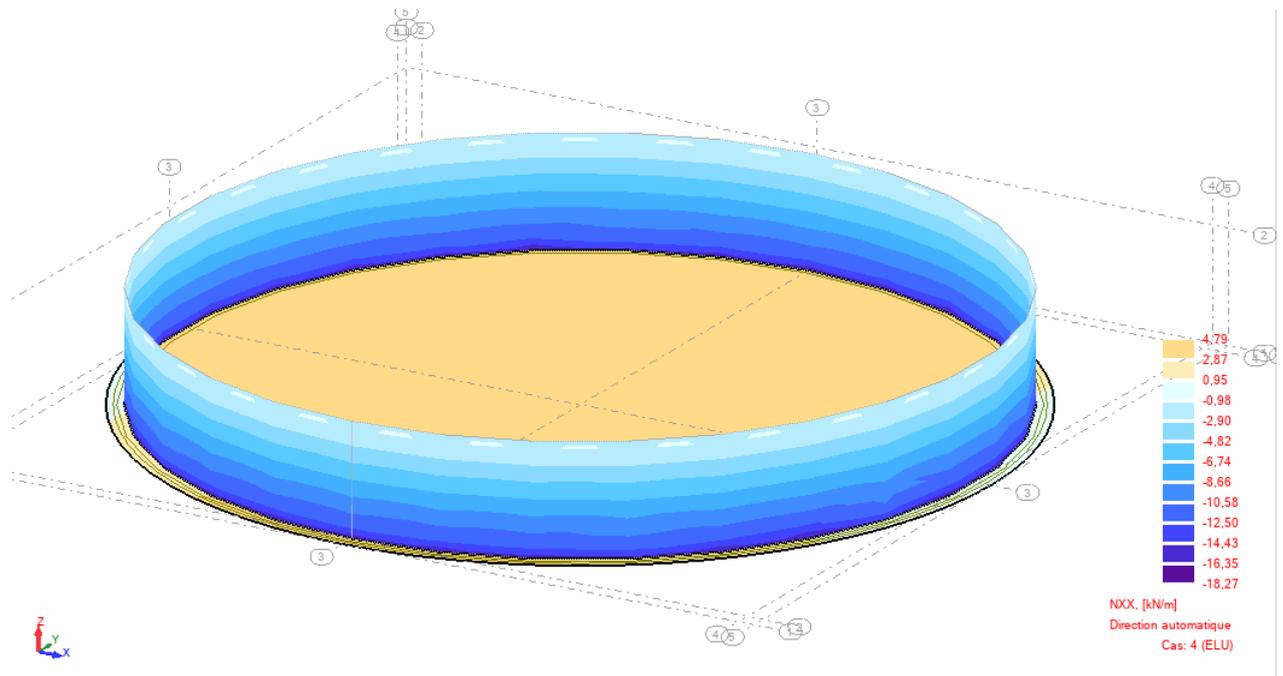


FIGURE 3.4 : Diagramme De La Traction Dans La Paroi ($N_{max} = 18.27KN$)

Comparaison avec les méthodes manuelles : On constate une valeur maximale de l'effort normal YY de $18.27KN$. cette valeur est nettement inférieure à celle trouvée par la méthode manuelle. Cette différence est liée principalement à la modélisation de l'appui, dans la méthode manuelle le radier est

considéré comme étant un appui, par contre dans la méthode automatique (modélisation EF), le radier est pris en considération dans la structure complète

3.1.3 schéma d'exécution

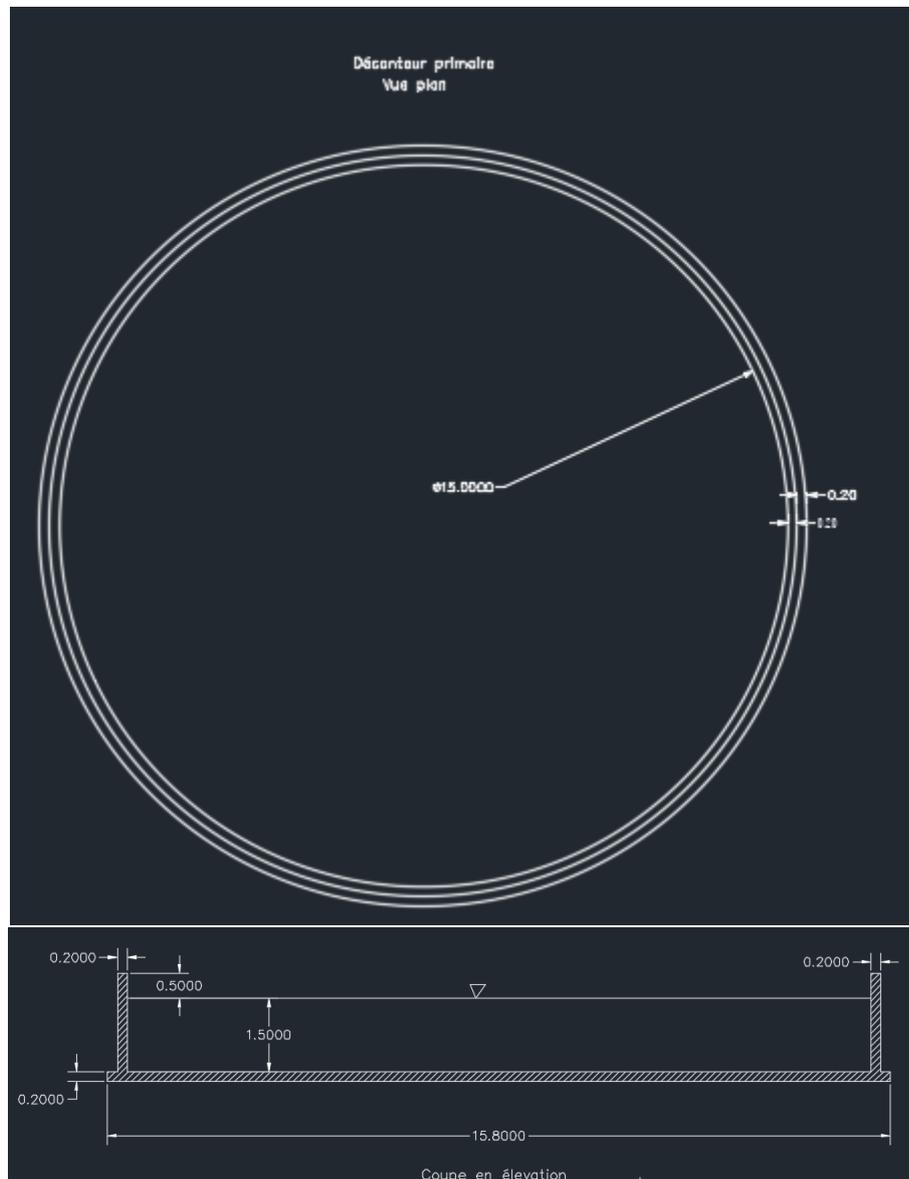


FIGURE 3.5 : Vue en Plan et coupe en élévation du décanteur primaire

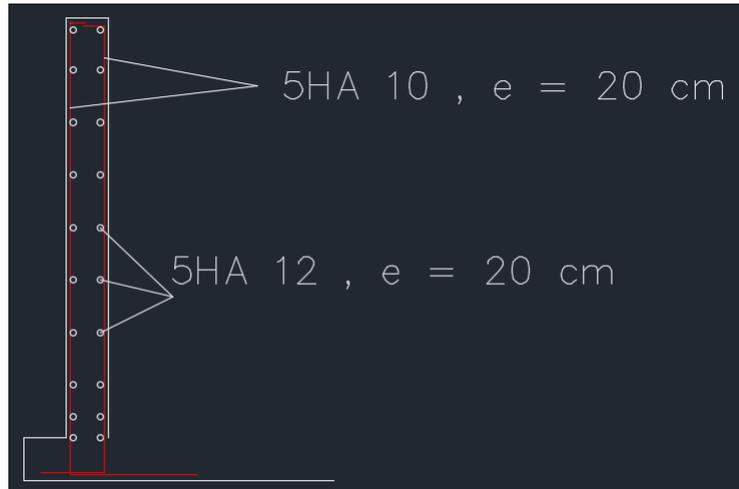


FIGURE 3.6 : Schéma de ferrailage de la paroi du décanteur primaire

3.2 Dessablage

3.2.1 calcul manuel

3.2.2 Réservoirs ou cuves parallélépipédiques

Dans les réservoirs (ou les cuves) parallélépipédiques[34], les parois verticales sont en principe calculées comme des dalles chargées hydrostatiquement, en tenant compte des liaisons avec les parois adjacentes, le radier et la couverture. À défaut de calculs plus précis, tenant compte en particulier de la rotation des appuis, on peut admettre :

- que les parois verticales ou horizontales des étages inférieurs sont parfaitement encastées sur leur contour ; on majore toutefois de 25% le moment positif maximal correspondant pour tenir compte d'une rotation possible des sections de contour ; les réactions d'appui des parois orthogonales déterminent des efforts de traction dans chaque paroi, ainsi soumise à la flexion composée avec traction, ce qui conduit à disposer des armatures sur les deux faces ;
- que les parois verticales latérales de l'étage supérieur sont simplement appuyées le long de leur arête commune avec la couverture ; mais si la raideur de cette dernière est de l'ordre de celle des parois verticales, elle peut être calculée de la même manière que les parois des compartiments des étages inférieurs.

Si le réservoir, ou la cuve, est directement appuyé sur le sol, la dalle de fond est calculée comme un radier en tenant compte des moments et réactions

transmis par les parois latérales. Dans le cas d'un réservoir ou d'une cuve reposant sur des murettes ou des poteaux, si la raideur de la dalle de fond est au plus égale à celle des parois latérales, cette dalle peut être calculée comme indiqué en a. Une méthode approchée consiste à considérer que le réservoir est formé par une superposition de cadres horizontaux de $0,50\text{ m}$ ou $1,00\text{ m}$ de hauteur. Soit, de façon générale, un cadre de côtés a et b ($a \leq b$) et de 1 m de hauteur soumis aux pressions internes q_a sur le côté a d'épaisseur e_a et q_b sur le côté b d'épaisseur e_b

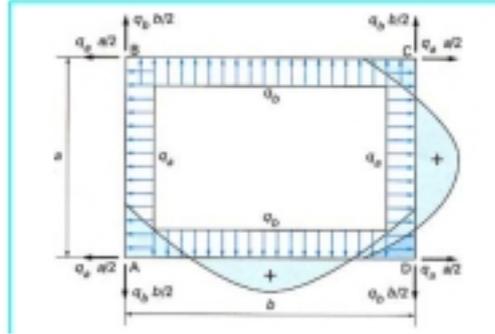


FIGURE 3.7 : Sollicitations dans un cadre soumis à des pressions internes

À chacun des angles s'exerce un moment de flexion[34] :

$$M_a = -\frac{q_a a^2 k_b + q_b b^2 k_a}{12(k_a + k_b)} \quad (3.6)$$

avec $k_a = \frac{e_a^3}{12a}$, $k_b = \frac{e_b^3}{12b}$.

Les moments de flexion au milieu de chacun des côtés s'en déduisent aisément. Pour un réservoir ou une cuve si z est la cote de profondeur de la base du cadre, comptée depuis le niveau maximal du liquide stocké, la pression à la base du cadre est telle que $q_a = q_b = q$, avec $q = 10^3 z(kN/m^2, m)$ et si $e_a = e_b$:

$$M_a = -\frac{q(a^3 + b^3)}{12(a + b)} \quad (3.7)$$

Chaque paroi est soumise à la flexion composée avec traction, cette dernière étant due aux réactions d'appui des deux parois qui lui sont liées ($N = qa/2$ dans une paroi de dimension b et $N = qb/2$ dans une paroi de dimension a). Une valeur approchée de la section d'armatures à prévoir pour chaque cadre considéré est donnée par :

$$A = \frac{M}{z\sigma_s} + \frac{|N|}{2\sigma_s} \quad (3.8)$$

$$\text{avec } z = d \frac{10\overline{\sigma}_{sbc} + \overline{\sigma}_s}{15\overline{\sigma}_{sbc} + \overline{\sigma}_s}$$

$\overline{\sigma}_s$ étant la contrainte limite du béton en compression et $\overline{\sigma}_s$ la contrainte limite de l'acier définie au paragraphe. Dans le cas d'un réservoir (ou d'une cuve) parallélépipédique reposant sur le sol, si les parois ne reposent pas sur un dispositif supprimant leur continuité avec le radier et si celui-ci peut valablement être considéré comme indéformable, on peut, pour le dernier cadre.

Dispositions constructives minimales : L'épaisseur des parois mouillées ne doit pas être inférieure à 12 cm. Les textes réglementaires prévoient normalement une section minimale d'armatures principales ; le diamètre minimal de ces armatures doit être tel que :

$$6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq \frac{h_0}{10} \quad (3.9)$$

avec h_0 (mm) épaisseur de la paroi. Ces armatures doivent être parfaitement dressées. Des armatures de répartition, de même nuance que celle des armatures principales et respectant les mêmes conditions de diamètre minimal et de dressage, doivent être prévues. Ces armatures doivent avoir une section unitaire au moins égale au quart de la section unitaire des barres principales. Dans la partie courante d'une paroi, le rapport de la section totale des armatures de chaque direction à la section de la paroi doit être au plus égal à 2%. Par face et dans chaque direction, la section d'acier doit représenter 0,125% de la section totale de béton et être supérieure à la section minimale requise par les Règles génie civil.

Pour les parois en contact avec un liquide, les quadrillages formés par les armatures principales et les armatures de répartition doivent avoir des mailles de dimensions au plus égales à :

$$\text{Min}[1, 5h_0; 20 \text{ cm}]$$

h_0 étant ici exprimé en cm. On a :

$$\overline{\sigma}_{bc} = \frac{h_0 + 0.55}{3} \text{fc28}$$

$$\overline{\sigma}_{bc} = \frac{0.2 + 0.55}{3} (25)$$

$$\overline{\sigma}_{bc} = 6.25 \text{ Mpa}$$

$$\tau' = d \frac{10\overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_s}{15\overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_s} = \frac{10(6.25) + 127}{15}$$

$$\tau' = 0.16 \frac{10(4.65) + 127}{15(4.65) + 127} = 0.14\text{m}$$

$$A_{\max} = \frac{M_{\max}}{\tau \bar{\sigma}_s} = \frac{222.29 * 10^3}{0.14(127)}$$

$$A = \frac{222.19 * 10^{-3}}{0.14(127\text{Mpa})} = 0.0125 \text{ m}^2 = 125 \text{ cm}^2$$

La section d'acier (en flexion) est trop exagérée[34].

La méthode manuelle utilisée pour la détermination des moments donne des valeurs max, étant donnée que la liaison entre les différentes parois n'est pas prise ici, convenablement.

A cela s'ajoute la négligence totale de l'effet radier. il est nécessaire d'opter pour pour des méthodes plus exactes (Robot).[34]

3.2.3 calcul automatique

Conception

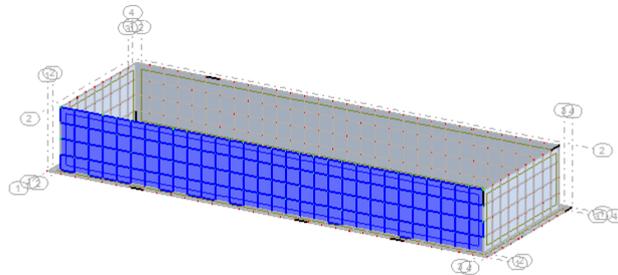


FIGURE 3.8 : Dessablage en 3D (ROBOT)

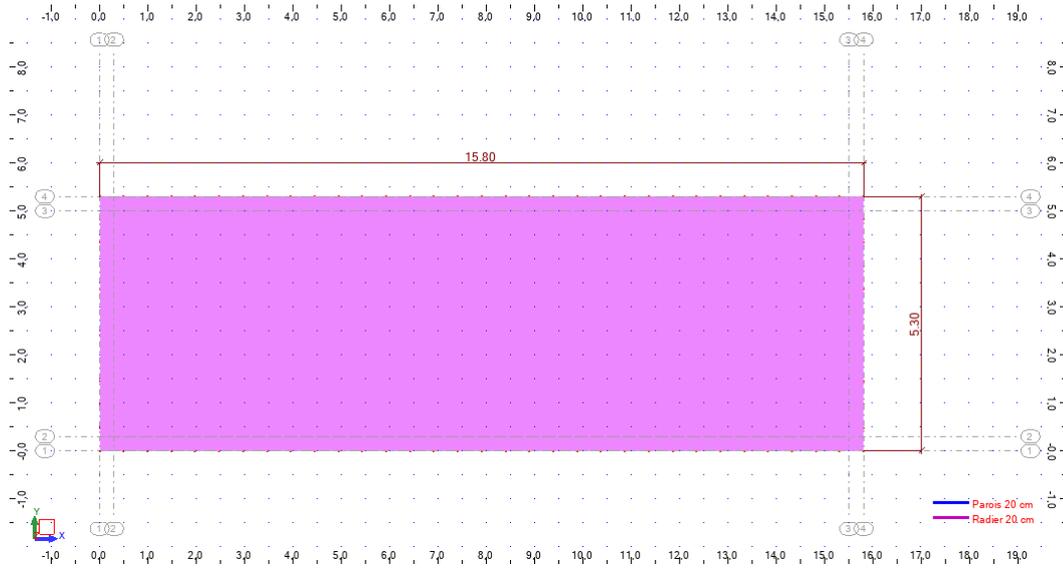


FIGURE 3.9 : Dessablage en 2D (ROBOT)

Résultats

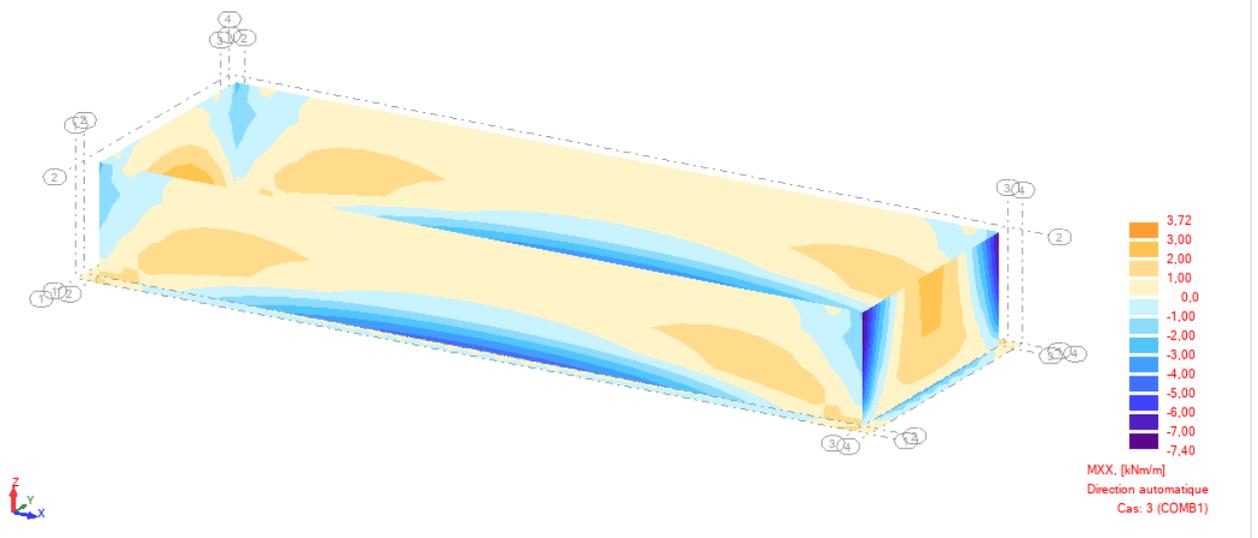


FIGURE 3.10 : Diagramme De La Traction Dans La Paroi

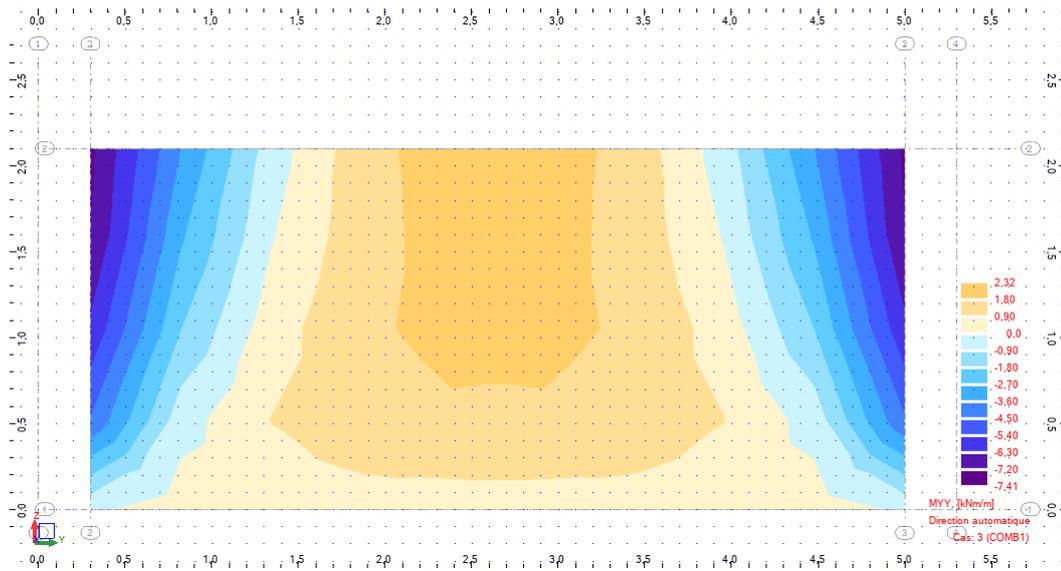


FIGURE 3.11 : Diagramme De Moment Dans La Paroi

Comparaison avec les méthodes manuelles : On constate une valeur maximale du moment YY de 7,41 KN.m, cette valeur est nettement inférieure à celle trouvée par la méthode manuelle. Cette différence est liée principalement à la modélisation de l'appui, dans la méthode manuelle le radier est considéré comme étant un appui, par contre dans la méthode automatique (modélisation EF), le radier est pris en considération dans la structure complète.

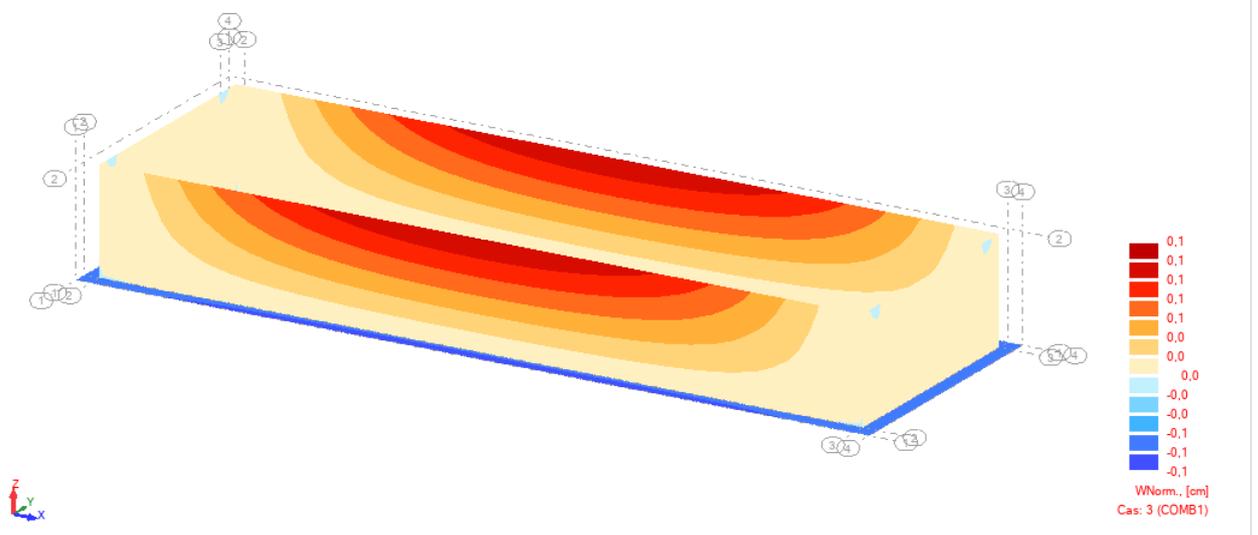


FIGURE 3.12 : Déplacement de la structure sous ELS

$$\begin{aligned}
 A_{max} &= \frac{N_{max}}{\tau \bar{\sigma}_s} = \frac{7.41 * 10^{-3}}{0.14 * 127} \\
 &= 0.00041 \text{ m}^2 \\
 &= 4.1 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

donc

$$5HA12 = 5.65 \text{ m}^2 > 4.1 \text{ cm}^2$$

3.2.4 schéma d'exécution

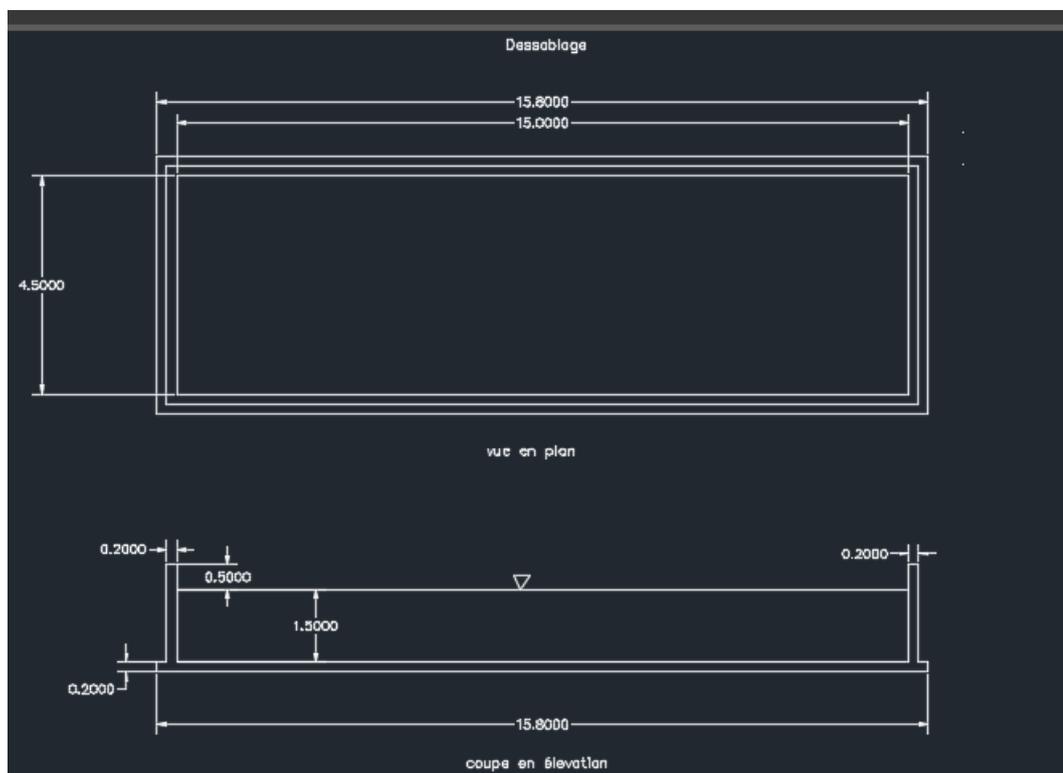


FIGURE 3.13 : Vue en plan et coupe en élévation du dessablage

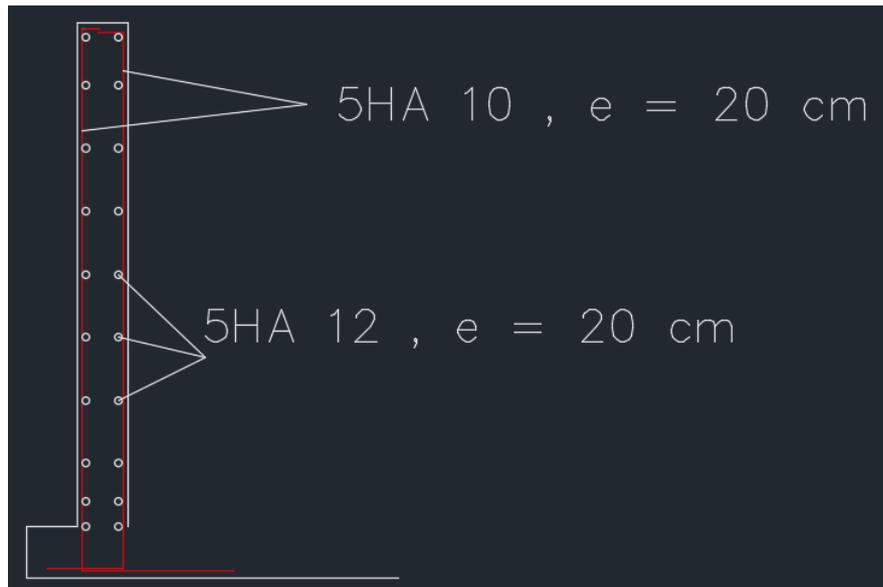


FIGURE 3.14 : Schéma de ferrailage de la paroi du dessablage

L'utilisation de calculs automatiques en génie civil représente un progrès majeur dans la capacité à concevoir, analyser et gérer les projets d'infrastructures de manière efficace et précise. Ces outils permettent non seulement de gagner du temps et de réduire les coûts, mais aussi d'améliorer la sécurité et la durabilité des structures. Cependant, il est crucial de reconnaître que les calculs manuels conservent leur importance, notamment pour vérifier les résultats des logiciels et pour aborder des situations complexes nécessitant une approche plus flexible et intuitive.

Conclusion générale

Nous avons contribué à la conception d'une station d'épuration à d'El Anasseur d'une capacité de traitement de 69828 équivalents habitants d'ici 2074, dans le but de maintenir un équilibre écologique et de réduire la pollution urbaine. L'objectif principal de ce projet est de produire de l'eau épurée conforme aux normes de rejet établies par l'État algérien, permettant ainsi son évacuation sûre dans l'environnement naturel ou son utilisation pour des besoins en eau recyclée. Le choix des techniques de traitement repose sur les charges polluantes à traiter, les caractéristiques du milieu récepteur et la disponibilité du site d'implantation. Le processus de traitement des eaux commence par une étape d'épuration physique des eaux usées à leur arrivée à la station, suivie d'un traitement biologique (boues activées à faible charge) et se termine par une étape de désinfection. Il est essentiel de souligner que l'efficacité et la durabilité d'une station d'épuration dépendent étroitement de son entretien et de sa gestion. Malheureusement, de nombreuses stations sont actuellement hors service en raison de problèmes de maintenance. En partie Génie Civil, et à titre purement pédagogique, on a choisit de dimensionner deux ouvrages différents, l'un circulaire et l'autre rectangulaire, sous l'effet défavorable de la pression hydrostatique exercée intérieurement sur les parois, on a calculé les sollicitations maximales suivi par le calcul de ferrailage et la représentation graphiques des schémas d'exécution. L'utilisation de deux méthodes : le calcul manuel et le calcul automatique nous a permis de voir les limites et avantages de chaque méthode.

Références bibliographiques

- [1].Djeddi H., 2006 : Utilisation des eaux d'une station de dépollution pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Université Mentouri. Constantine, p 144.
- [2]. Hannachi A., Gharzouli., Djellouli Tabet Y., 2014 : Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie. Université Ferhat ABBAS-Sétif, p52.
- [3].Metahri., 2012 : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73 et 74.
- [4]. Chawki. M , Cours Pollution .Université kasdi merbah ouargla (2016)
- [5]. <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/les-pollutions-leau-maison-agriculture-industrie/>
- [6]. <https://www.siah-croult.org/wp-content/uploads/2013/04/img-page-rejetsindustriels.jpg>
- [7]. <https://cdn.acteurdurable.org/wp-content/uploads/2009/08/rejet-eaux-usees.jpg>
- [8]. Zeghoud. M, Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra , mémoire fin d'étude .université del-oued (2013)
- [9]. <https://www.mtaterre.fr/dossiers/pourquoi-notre-air-est-il-pollue/polluants-leurs-origines>
- [10]. <https://www.google.fr/maps>
- [11].https://fr.wikipedia.org/wiki/BordjBouArreridj_Relief,
- [12].IMKEN. F : les étapes de traitement des eaux et contrôle de qualité, projet de fin d'études, Université sidi Mohamed ben Abdallah (2015).
- [13]. Degrement., (1989). Mémento technique de l'eau, 8 édition, tome 1&2, 1459p.
- [14].Thomas, O., (1995). Métrologie des eaux résiduaires, édition Cebedoc, 192p.)
- [15]. METAHRI., 2012 : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP

Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73et74.

[16]. DEGREMONT, S.A., et al., (2005). Mémento technique de l'eau. Tome 1 Tome 1.

[17].KARDACHE. L. valorisation energitique des boules de la station d'épuration de boumerdes, Mémoire fin détude. Universite M'HAMED BOUGERA BOUMERDES (2015)

[18]. AUSSEL H., Dornier G., Galtier Y., Puzin M., Causse F., 2004 : Le traitement des eaux usées. Institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. ED 5026.

[19]. Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Franconi A., 2004 : Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île e-de-France. Rapport ORS, p220.

[20]. Cauchi. , Hyvrard., Nakache., Schwartzbrod., Zagury., Baron., Carre., Courtois., Denis., Dernat., Larbaigt., Derangere., Martigne., Seguret., 1996 : Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81,118.

[21]. (Cshapf, (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.)

[22]. (Asano T, (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management Library, 1475p.)

[23]. (Faby J.A., Brissaud F, (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office)

[24]. IMKEN. F : les étapes de traitement des eaux et contrôle de qualité, projet de fin détudes, Université sidi Mohamed ben Abdallah (2015).

[25]. OURTEJLLI. S ; BRAHIMI. S : contribution à létude de lefficacité du traitement des eaux usées de la station dépuration de corps gras de Bejaia (CO.G .R) labelle après ensemencement, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia (2012 /2013)

[26]. METAHRI., 2012 : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73et74.

[27]. KARDACHE. L. valorisation energitique des boules de la station dépuration de boumerdes, Mémoire fin détude. Universite M'HAMED BOUGERA BOUMERDES (2015).

[28]. AUSSEL H., Dornier G., Galtier Y., Puzin M., Causse F., 2004 : Le traitement des eaux usées. Institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. ED 5026.

[29]. DEGREMONT, S.A., et al., (2005). Mémento technique de l'eau. Tome 1 Tome 1.

- [30]. <http://www.kurstjens.nl>. [consulté le 12 juin 2020].
- [31]. <http://www.faureequip.com>. [consulté le 12 juin 2020].
- [32]. KALTOUM, F., L. HANA, and Z. SELMA.,(2015) Etude Microbiologique Des Boues Des eaux Usées De La Ville De Guelma, in science de la nature et de la vie, Université de Guelma
- [33]. KAROUNE S., (2008). Effets Des Boues Résiduairees Sur Le Développement Des Semis Du Chêne Liège (Quercus Suber L.). En Vue De L'obtention Du Diplôme De Magistère. Université Mentouri Constantine.244p.
- [34]. Béton armé : Règles BAEL. Ouvrages particuliers.Jean PERCHAT.